



Sala 12

Est. 1

Tab. 6

N.º 13





COMPENDIO POPULAR

de

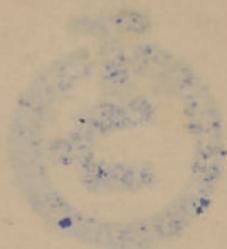
PHYSICA E QUIMICA.

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO NACIONAL  
SECRETARIA NACIONAL DA CIÊNCIA

N.º 362







AOS ALUNOS

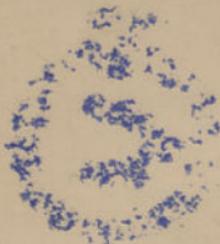
**LICÇÕES**

FACULDADE DE PHILOSOFIA

DE

**PHILOSOPHIA CHIMICA.**

AFFEICÃO.



DECLAM

Quotida, de quibus tanta  
de 4 Phisica, mais notissimo,  
lexe & respectu a m. a. a. a.  
rante a impressão, ao texto  
ter assumptis na Parte III  
Art. 2º, Na Parte IV, e  
Art. 2º, e

FACTO

PHILOSOPHIA CHIMICA.

Reservet - Si - 44 - 02 - vol 2



LIÇÕES

PHILOSOPHIA CHIMICA,

**AOS ALUMNOS**

JOAQUIM AUGUSTO SIMÕES DE CARVALHO,

DA

*Oppositor na Faculdade de Philosophia, e Letras*

**FACULDADE DE PHILOSOPHIA**

**EM TESTEMUNHO**

DE

**AFFEIÇÃO.**

COIMBRA,

TYPOGRAPHIA DE SÃO DA MATHEMÁTICA

1859.



LOS ALUMNOS

DE

FACULDADE DE PHILOSOFIA

EM TESTEMUNHO

DE

AFFEIÇÃO.

# LIÇÕES

DE

## PHILOSOPHIA CHIMICA,

PELO DOUTOR

JOAQUIM AUGUSTO SIMÕES DE CARVALHO,

*Oppositor na Faculdade de Philosophia, e Bacharel  
formado em Medicina*

PELA

UNIVERSIDADE DE COIMBRA.



COIMBRA:

TYPOGRAPHIA DA RUA DA MATHEMATICA;

1850.

ALGUNS

DE

PHILOSOPHIA CHIMICA,

PERO DOUTOR

JOAQUIM AUGUSTO SIMÕES DE CARVALHO.

Oppositor na Faculdade de Philosophia e Letras,  
formado em Medicina.

VELA

UNIVERSIDADE DE COIMBRA



COIMBRA:

TYPOGRAPHIA DA REA DA MATHEMATICA;

1850.

## ADVERTENCIA.

**ANIMADOS** por conselhos de mestres, e por instancias d'amigos e condiscipulos, resolvemo-nos publicar estas Lições. Já se vê, por tanto, que não nos segou uma confiança nescia e presumçosa, nem nos deslumbrou o prestigio e amor de gloria. Apenas adeptos no culto da sciencia, não nos aventurariamos a empreza tão delicada e espinhosa, sem ouvir e consultar a opinião dos que já são sacerdotes no magestoso templo das sciencias naturaes.

Escrever sobre um dos ramos mais difficeis da Philosophia, que se estudou ainda no verdor dos annos, e do qual só se podião colher algumas noções superficiaes e incompletas, é um arrojado temerario e arriscado, e que a critica judiciosa deve indultar com benignidade.

Para desempenhar tão melindrosa tarefa, são necessarios variados e laboriosos estudos, intelligencia vasta e profunda, e uma vida todá tranquilla, e toda dedicada á missão do magisterio. Na carencia, porém, de tão felizes dotes, não nos fallece animo e vontade de proseguir nas lides litterarias a que o destino nos arrojou.

Lembrando-nos do — *Labor improbus omnia vincit* — concebemos a ideia d'aproveitar alguns apontamentos,

que colligimos na leitura e meditação da sciencia que estudamos por obrigações e conveniencias da nossa profissão.

A falta d'um Compendio em linguagem nacional sobre este ramo dos conhecimentos philosophicos, e a difficuldade d'encontrar, e ainda mais d'adoptar para o ensino, algum da imprensa franceza, tentou-nos á empreza d'ordenar em forma de Lições o nosso trabalho, levando em mira, poder contribuir com ellas para a utilidade dos alumnos.

Os maiores Chímicos da epocha actual tratam da Philosophia Chimica com mais ou menos extenção, mas sem formarem um corpo de doutrina e um ramo de sciencia independente, de modo que seus planos, seus methodos e opiniões não são de facil comprehensão.

As Lições de Dumas são antes uma obra de Litteratura, do que de Philosophia Chimica. O auctor occupa-se mais com a historia, com a biographia, e com o registar minucioso das descobertas mais importantes, do que com a parte verdadeiramente theorica e scientifica. As suas prelecções são escriptas com amenidade, eloquencia d'estylo e vasta erudição historica; mas cremos que mais valéra ouvil-as do que lê-las.

Beaudrimont no seu Tratado de Chimica trata com fargueza do assumpto; mas excellente na critica d'opiniões alheias, é deficiente, confuso, e em demazia metaphisico na exposição de doutrinas proprias. Thenard e Berzelio já não estão a par da sciencia; são auctores classicos, mas já atrazados e insufficientes em presença das importantes reformas que diariamente vão mudando a face da Chimica, e das innovações que vão tentando os genios de Graham, Pelouze, Gerhardt, Laurent, Regnault, &c.

Para comprehender e avaliar o estado presente da sciencia, é necessario consultar os Journacs. Só nas memorias originaes, se podem colher as verdadeiras e ge-

nuinas ideias dos auctores sobre os pontos e theorias mais transcendentales da Chimica Philosophica, e que d'ordinario se encontrão adulteradas e sofismadas nos livros.

Depois de tão improba e fragosa tarefa, em que nos foi mister lèr volumosos e enfiadosos escriptos para colher, já escassas noções e principios geraes, já doutrinas prolixas e redundantes, as nossas Lições deviam de sahir no todo defeituosas e incorrectas, avultadas na forma e acanhadas no methodo.

Esponaneamente se nos offereceu um douto mentor para as corrigir e aperfeiçoar, supprindo faltas, cortando sobejos, e em tudo, limando e polindo defeitos. Foi o Snr. Doutor Antonio Sanches Goulão, Lente Cathedratico n'esta Universidade, e habil Professor de Physica e Chimica, que nos prestou tão franco e valioso auxilio.

Aqui lhe votamos publicos agradecimentos por tão desvelada protecção, e oxalá que a bôa acceitação do nosso trabalho sirva de merecido premio ao sabio revisor, e de gloriosa animação e nobre incentivo para o humilde auctor.



# LICÕES

DE

## PHILOSOPHIA CHIMICA.

NON

### 1.ª LIÇÃO.

**PHILOSOPHIA CHIMICA = SUA DEFINIÇÃO = SUAS RELAÇÕES COM AS OUTRAS SCIENCIAS = METHODOS DO SEU ESTUDO = PROGRAMMA ADOPTADO N'ESTAS LIÇÕES.**

**T**ODAS as Sciencias tem necessidade de centralisação d'um certo numero de principios geraes, que as generalizem e fecundem; e ha uma Sciencia superior a todas, que lhes presta este symbolo de unidade e perfeição, que explica e organisa todas as suas questões, que descobre as causas de todos os factos, e as razões de sua existencia, que desenvolve os principios e as leis de todos os phenomenos, e resolve os problemas mais graves e importantes.

Todos estes titulos de nobreza pertencem á Philosophia, e jámais qualquer Sciencia poderá progredir e aperfeçoar-se sem este pharol, que lhe guie os passos, e sem este brazão, que a nobilite. Estudiar exclusivamente os factos, desajudado de espirito philosophico, e desacompanhado de theorias, que os esclareçam e fecundem, é

preparar uma Sciência esteril, e sem brilho, uma pratica eterna, e immovel; é eortar os vòos ao espirito humano no descobrimento da verdade; é sacrificar o pensamento á forma material, a luz da razão aos erros da experiencia.

Querer hoje profundar uma Sciencia, sem ir iniciado nos segredos da sua philosophia, lóra o mesmo que pretender construir um edificio sem alicerce nem adornos

Para descobrir a verdade, é mister saber os meios, e estes, são o raciocínio, a reflexão, e o pensamento abstracto applicado á analyse, e á observação dos phenomenos. Separar os ramos do grande tronco, que os alimenta e os secunda, é faze-los definhar á mingoa de seiva: roubar ás Sciencias applicadas a grande arvore que lhe dá sombra e vida, e que mais contribue para o seu progressivo desenvolvimento, é ignorar a filiação dos nossos conhecimentos, e cometer um erro injustificavel.

Ha mais de dois mil annos que Pythagoras lançou os fundamentos da verdadeira sciencia, da sciencia universal, que a todas domina, todas dirige, todas enobrece, e a todas faz prosperar e engrandecer; e o que Pythagoras fez para as sciencias moraes, fiseram-no depois para as sciencias phisicas Descartes, Bacon, Galileu, e Newton. O primeiro foi o inventor da Philosophia Escolastica, em cujo campo luctaram os mais bellos genios da antiguidade, e de que apenas são uma debil sombra as atuaes theorias psychologicas. Os segundos foram os fundadores da Philosophia moderna, a Philosophia experimental; proclamando as vantagens e neccessidade da experiencia e observação, ensinaram a grande arte de deduzir do estudo dos factos o conhecimento das causas que os produzem, e da contemplação dos phenomenos a sciencia das forças que lhes presidem.

A civilisação actual, e o gosto do seculo propendem mais para estudos de utilidade pratica, de industria e de interesses materiaes; pedem-se factos, e desterram-se as theorias, quereem-se verdades, e foge-se dos principios abstractos. Será, porque os symptomas do Scepticismo e do Materialismo que lavram na sociedade moderna, e que ameaçam matar a fé na Sciencia, e amortecer o espirito sublime da razão, exijam este sacrificio da Philosophia? Será, porque se receie que revivam as Seitas dos antigos Philosophos, que renasçam as disputas vans, e de pura metaphisica das antigas Escolas? Bastaria lembrar o que a humanidade e a civilisação lhes deve!

De que serve o estudo da origem das leis e dos phenomenos, se estas leis e estes phenomenos são conhecidos? — Que utilidade terão os problemas obscuros e dificeis, e as phantasias perigosas da Philosophia! — Para que preferir a imaginação á verdade, o possivel ao real?

Fazem-se estas perguntas frivolas, ouvem-se estes brados funestos, deixa-se ir o mundo á tóna d'essa corrente caudalosa, que o arrasta embalado em esperanças de uma civilisação puramente industrial, e esquecem-se os serviços que prestáram ás Sciencias Descartes e outros Philosophos! O que sabia Descartes? Só sabia pensar, e seus pensamentos tornaram-se Sciencias — Descartes só pela força da meditação, e pela analyse luminosa do raciocinio, substituiu a auctoridade pela razão, o facto pelo direito, e com estes elementos fez uma brilhante revolução.

Não é da Philosophia Escolastica que nos vamos occupar; o imperio de suas theorias metaphisicas, de suas definições vans e subtis, de seus principios e questões mil vezes enredadas e debatidas, vai-se desmoronando cada vez mais com os progressos da arte moderna de

experimental e de raciocinar.— A Philosophia das palavras como diz um Escriptor moderno, vai cedendo todos os dias o campo á Philosophia das cousas.— Esta, campeia hoje magestosa e sublime, como Rainha de todas as sciencias: presta a todas, os instrumentos, os methodos e os principios fundamentaes; por outros termos, ensina os meios de as estudar, a melhor exposição e classificação de suas doutrinas, e as verdades que lhes devem servir de base. Os destinos e progressos de todas as sciencias estão pois nas mãos da Philosophia; seria comtudo um erro o pensar que a Philosophia chega sempre á verdade e á certeza: se assim fôra, a que dariamos então o nome de Sciencia? A' Sciencia pertencem as leis, os factos, e os phenomenos; a missão da Philosophia é outra.—Levar ao campo da observação e da experiencia a analyse do raciocinio, o escalpello da critica, e os preceitos da Logica, discutir as theorias e as hypotheses; resolver duvidas e examinar opiniões, definir e classificar; eis a elevada e nobre missão da Philosophia. Toda a sciencia, por tanto, exige duas condições, para ser completa: 1.º — o conhecimento dos factos que são o seu objecto, e constituem a sua parte historica e descriptiva: 2.º — o conhecimento das circumstancias que acompanham os factos, as leis que os regem, e suas relações de causalidade.

A Philosophia Chimica será, por tanto, a Chimica considerada em seus principios, em suas leis, e em suas theorias. Mas quaes são os factos do dominio da Chimica? O que é a Chimica? — São tão variadas as definições dos Authores, que difficil tarefa será acertar com a melhor.

Thenard define a Chimica — A Sciencia que tem por objecto o conhecimento de todos os phenomenos que dependem da acção molecular e reciproca dos corpos uns sobre os outros.

Berzelio diz que a Chimica é — a Sciencia que nos faz conhecer a natureza dos corpos, e o modo como obram uns sobre os outros —.

Laurent diz, que é — a Sciencia que estuda a composição dos corpos, suas propriedades, as mudanças que experimentam, e o modo como obram uns a respeito dos outros.

Segundo Hoefler, — tem por objecto o estudo da constituição e das propriedades dos corpos simples e compostos, os meios de os obter, e a acção molecular que exercem uns sobre os outros.

Para Augusto Conte — tem por fim a explicação dos phenomenos de composição e de decomposição que resultam da acção molecular e especifica das diversas substancias naturaes ou artificiaes umas sobre as outras.

Na opinião de Orfila — tem por objecto determinar a acção que os corpos simples ou compostos exercem uns sobre os outros em virtude de um certo numero de forças; fazer conhecer a sua natureza e os meios de os obter.

Gerhard diz — que o fim especial da Chimica é o estudo das leis a que a materia está sujeita em suas transformações.

Regnault — considera-a — o ramo das Sciencias naturaes, que trata dos phenomenos que se produzem pelo contacto dos corpos, quando estes phenomenos operam uma mudança mais ou menos completa na sua constituição.

D'esta curta resenha se deixa ver, quanto é difficil appresentar uma boa definição, que assigne á Chimica os verdadeiros limites que a separem das outras sciencias. As definições em sciencias naturaes não podem ser senão descripções mais ou menos completas. Para definir os corpos e os phenomenos que elles nos appresentam, é mister descrevel-os; já se vê, por tanto,

que a descripção d'uma Sciência é difficil, porque ou hade ser demasiado estensa e prolixa, ou por extremo curta e resumida.

Rigorosamente fallando, não existe mais do que uma sciencia: todas as divisões, que o Philosopho tem feito d'esta sciencia, têm por fim facilitar o estudo em attenção aos estreitos limites da nossa intelligencia.

As relações intimas e estreitas que existem entre todos os ramos da Philosophia Natural, especialmente entre a Physica e a Chimica, tornam muito difficil a distincção rigorosa destas duas sciencias.

Em sua accepção mais geral, a Physica é a sciencia da Natureza: comprehende por tanto, tudo o que diz respeito aos corpos, os phenomenos que elles apresentam, e as leis que regem estes phenomenos.

Em sentido restricto, a Physica é aquella parte da Philosophia Natural, que tem por objecto o estudo das propriedades geraes da materia e dos corpos, e das acções que elles exercem uns sobre os outros sem mudança permanente em sua natureza.

Onde estão porem os limites que separam a Physica da Chimica? O Chimico não pode abstrahir de certos conhecimentos de Physica, e o Physico não pode dispensar as mais simples noções de Chimica. Mostremos as intimas relações d'estas duas Sciencias, e a difficuldade de as separar; sirva-nos de exemplo o ar atmospherico. Esta substancia é um corpo pesado, e ao mesmo tempo um fluido que serve para a combustão; a primeira d'estas duas propriedades pertence á Physica como propriedade geral, e a segunda é do dominio da Chimica, pois depende da acção intima e molecular de um dos principios constituintes do ar sobre os corpos combustiveis. Como poderá o Physico ignorar a causa da combustão, produzida por um fluido, cuja elasticidade, compressibilidade

e pezo elle estudou com tanto esmero, e determinou com tanta exactidão? Porem o Chimico que decompõe, e recompõe o ar, não pode, por modo algum, desconhecer que é um corpo pesado. A Physica e a Chimica não podem por tanto prescindir de mutuos auxilios; as propriedades dos corpos são o resultado de sua constituição molecular; querer estudar-as independentemente das acções intimas das moleculas, é pretender um absurdo e um fim contrario e prejudicial aos interesses e natureza das Sciencias. Os diferentes estados dos corpos, os phenomenos calorificos luminosos e electricos que elles apren'tam, são devidos a acções moleculares; como prescindir pois d'estes estudos na Chimica? Os phenomenos que os corpos nos apresentam, não podem ser creados por estes mesmos corpos; são o resultado de forças, que ainda que desconhecidas em sua natureza, tornam-se-nos comtudo manifestas pelos seus effeitos.

Serão as forças physicas diferentes em natureza das chimicas? Ou as mesmas com algumas modificações? Nós teremos occasião de ver quanto é mais provavel a segunda opinião. As forças são inherentes á materia, e residem essencialmente n'ella; as forças, attractiva dos corpos, e a repulsiva do calor, são entidades que tanto se estudam na Physica como na Chimica.

Emfim, cada dia se estreitam mais os laços que unem estas duas sciencias. A Electro-chimica é hoje a sciencia de transição, a sciencia intermedia que liga a Physica á Chimica; a electricidade é um effeito constante da acção chimica.

Dos exemplos e razões, que temos expendido, inferre-se que as acções de contacto, atomicas ou moleculares, não são exclusivamente do dominio da Chimica. Vê-se pois, quanto peccam as definições, que se fundão n'este caracter. Vejamos agora se ha algumas co-

dições nos phenomenos, que nos possam servir de base para a distincção destas duas Sciencias. Supponhamos duas laminas, uma de vidro e outra de ferro, n'um gráu de temperatura differente; se as poser-mos em contacto mais ou menos immediato, e durante um certo espaço de tempo, observaremos que chega um ponto, em que ambas apresentam a mesma temperatura. Forem n'esta experiencia as duas laminas conservam as propriedades particulares que tinham antes d'ella, e não soffreram alteração alguma. Se em vez do simples contacto produzirmos a mais perfeita divisão mechanica, se pulverisarmos, por exemplo, uma mistura de marmore e de vidro, veremos que cada uma das particulas assim obtidas, conserva sempre as propriedades caracteristicas da massa de que provem.

Com estes phenomenos, porem, contrastam outros de diversa ordem. Uma lamina de ferro, exposta ao ar humido, altera-se rapidamente, e cobre-se de um pó que modifica a sua superficie e lhe destroe o brilho. Este pó contem ferro, mas differe deste metal por suas propriedades chemicas, por sua côr amarelada, por sua forma pulverulenta, e por suas relações com o iman. Neste pó existe agoa, e tambem se contem um dos principios do ar, mas tanto uma como o outro se acham no estado solido. O contacto, pois, do ar da agoa e do ferro produziu uma reacção, em virtude da qual estes differentes corpos foram consideravelmente modificados. Espargindo algumas gottas de vinagre sobre o marmore, manifesta-se logo uma viva ebullicão; o vinagre perde o seu sabor acido, e o marmore apparece corroido mais ou menos profundamente.

Estas duas classes de phenomenos devidos ao contacto pertencem a dois ramos distinctos da Philosophia Natural: os primeiros á Physica, e os segundos á Chimica. Vê-se por tanto, que a Chimica somente se occupa das

acções de contacto que são acompanhadas d'uma alteração qualquer na composição dos corpos, em quanto que a Physica abrange os outros casos. Classificar os corpos segundo sua composição e estudar as leis que regem os seus movimentos moleculares, tal é o fim da Chimica, diz Dumas; e a parte mais elevada em seus methodos e theorias, aquella que trata de descobrir, o que ha de geral na constituição dos corpos e em suas acções reciprocas, é o que constitue propriamente a Philosophia Chimica.

Baudrimont comprehendeu bem a difficuldade de isolar a Chimica da Physica e da Historia Natural. A Chimica, diz este Author, é uma Sciencia mixta, que ajudada pela Physica, estuda a constituição dos corpos, e de harmonia com a Historia Natural, os descreve e classifica; mas seu fim principal é o conhecimento das modificações permanentes, que elles podem experimentar em sua composição.

Determinado assim o objecto da Chimica especial, será mais facil agora, avaliar o que pertence á Philosophia Chimica.

Pelo que dissemos da missão da Philosophia, a Chimica Philosophica deve estudar os principios as causas e as forças que presidem aos phenomenos, as leis que os regem, e fundar assim a doutrina verdadeiramente scientifica da Chimica descriptiva, servindo-lhe ao mesmo tempo de introdução e de complemento. Vê-se por consequencia, quanto é vasto elevado e sublime o seu dominio; a definição dos termos ainda os mais usuaes, a exposição dos principios geraes e fundamentaes; a discussão de todas as theorias e hypotheses, tudo lhe cumpre tratar e explicar; a nomenclatura, a classificação chimica dos corpos; as propriedades mais geraes e essenciaes; o que são atomos e moleculas; as leis da combinação dos corpos; as circumstancias que a

acompanham; as forças que lhe presidem; a natureza d'estas, e as theorias mais transcendentés para explicar todos estes phenomenos, eis o que está a cargo da Philosophia Chimica. — E' tão variado, tão fértil, e tão vasto o seu campo, que até um dos mais eminentes Chemicos da nossa epocha, um homem de tanto genio como Dumás, diz com excessiva modestia — que mal se atreve a defini-la.

A Philosophia Chimica, (mal me atrevo a defini-la), diz Dumás, tem por objecto considerar os principios geraes da Sciencia, mostrando, não só em que elles hoje consistem, mas também, porque phases tem passado; dar em termos genericos a explicação dos phenomenos chemicos, e estabelecer o nexó que existe entre os factos observados e a sua causa. Não se importa com as propriedades especiaes dos corpos, despreza as particularidades que elles podem apresentar, e unicamente examina a essencia das diversas reacções.

No estado actual da Chimica, compoem-se do estudo geral das particulas materiaes, a que os Chemicos dão o nome d'atomos, e do das forças a que essas particulas estão sujeitas. Comprehende, por tanto, o exame de todas as propriedades dos atomos, da acção chimica, dos seus effeitos, das suas causas, e das suas diversas modificações; trata de discernir as relações de similhança ou dissimilhança que aprenham os corpos da natureza, e descobrir as causas occultas d'estas differenças.

Temos pois satisfeito ao primeiro quesito do programma desta lição; temos apresentado as condições para a melhor definição de Philosophia Chimica, indicado as doutrinas que abrange o seu estudo, e assignado as suas relações com as outras Sciencias; resta-nos agora, examinar o melhor methodo do seu estudo, e o plano mais conveniente que devemos seguir.

No estudo e ensino de qualquer Sciencia, uma das

cozas mais indispensaveis, é adoptar um bom methodo d'exposição, uma rigorosa classificação de doutrinas, e uma deducção logica de ideas. A ordem e o methodo são sempre uma prova de intelligencia e progresso, e nas Sciencias principalmente, annuncia sempre um certo grau de perfeição.

A Philosophia Chimica, em attenção aos factos numerosos que abrange, e ás difficeis questões que resolve, precisa, mais que nenhuma outra, d'uma classificação verdadeiramente philosophica. — Nem isto é uma trivialidade, uma pompa de programma; traçar o plano d'estudo que se deve seguir em qualquer Sciencia é um dever severo e rigoroso. Não cahiremos na aridez de apresentar um longo indice de materias, nem tão pouco daremos titulos pomposos ás nossas lições.

O methodo d'estudo de qualquer Sciencia deve fundar-se já sobre o objecto e organização d'esta mesma Sciencia, já sobre a natureza do espirito humano, e sobre o seu modo de proceder na concepção dos factos.

A Philosophia Chimica como Sciencia que é, comprehende factos, theorias, signaes ou nomenclatura, e classificações; marchar do simples para o compos'o, do conhecido para o desconhecido, do facil para o difficil, é a marcha natural do espirito humano.

A nomenclatura ou a Sciencia das palavras fôra por ventura a parte por onde deveramos de começar, por ser este o primeiro gráu da educação litteraria, o primeiro e maior instrumento do pensamento humano, e emfim a primeira aquisição, que convem fazer em qualquer estudo.

Começando por aqui, tratando depois, das classificações, e passando em seguida, aos factos, ás leis e ás theorias, fôra a marcha mais natural e regular, e mais conforme á natureza do espirito humano, á sua educação litteraria e scientifica. Mas nem sempre este methodo é conveniente em todo e qualquer ensino. No ensino d'uma

sciencia nem sempre se segue o methodo analytico, mas sim o methodo synthetico, que permite expor as generalidades com mais rapidez e interesse.

Em todos os methodos ha alguma cousa de arbitrario, o que depende do genio de seus inventores, e do modo como se encaram os objectos da Sciencia.

Baudrimont na parte theorica do seu tractado de Chimica, segue o seguinte plano. — Os corpos podem ser estudados debaixo de duas relações essencialmente distinctas. Ou em si mesmos, independentemente dos corpos que os cercam, e n'um estado de permanencia tal que as partes que os constituem conservam as mesmas relações entre si; ou em attenção ás modificações que elles experimentam, já pela reacção de suas proprias partes constituintes, já pela dos corpos que estão com elles em contacto.

Fáz assim duas divisões da Chimica theorica; Statica molecular ou corpuscular, e Cinematica molecular. A primeira tracta da constituição dos corpos; e a seguida das reacções chemicas a que estão sujeitos. — Occupa-se em primeiro logar da constituição dos corpos, em seguida de suas propriedades physicas, depois, das reacções chemicas, reservando para o fim, as considerações sobre as classificações e signaes.

Não adoptaremos este methodo, por nos parecer irregular, e improprio para nos servir de guia. — A constituição dos corpos sendo o objecto principal da Philosophia Chimica, é o ponto para onde devem convergir todos os outros conhecimentos; porque é somente pelo estudo preliminar das reacções chemicas que os corpos apresentam, que podemos ajuizar da sua constituição provavel. Parece-nos por tanto esta materia a ultima que se devera tratar.

O methodo que julgamos mais conveniente, e que preferiremos, é o seguinte: — corpos — atomos — mo-

seculas — forças — acções — leis que as regem — e theorias. — Por consequencia , começaremos por considerações geraes sobre materia e corpos , suas principaes propriedades e estados — Depois destas noções preliminares , estudaremos a composição chimica dos corpos — distincção destes em simples e compostos — a natureza dos corpos simples — as differentes classes de corpos compostos — acidos — bases — saes — as classificações químicas , e nomenclatura. — Trataremos depois , da acção chimica , de seus principaes phenomenos e leis , e das forças que lhe prezidem. — Examinaremos em seguida a doutrina das proporções químicas , e os principaes problemas da theoria atomica. — Terminaremos em fim as nossas lições pela critica das theorias mais transcendentas da Philosophia Chimica.

## 2.<sup>a</sup> LIÇÃO.

### UTILIDADE DA PHILOSOPHIA CHIMICA — HISTORIA DA SCIENCIA — SUA ORIGEM, E PROGRESSOS.

**A** UTILIDADE de qua'quer Sciencia avalia-se pelas suas applicações, as quaes podem ser, de principios e doutrinas, ou de factos e processos: no primeiro caso, dizem-se theoricas; no segundo tem o nome de practicas. Ainda que a utilidade da Philosophia Chimica só se deva considerar debaixo da primeira relação, contudo, os processos e operações da Chimica practica de tal modo teem melhorado com as luzes e auxilio da Chimica theorica; os progressos da Philosophia Chimica de tal sorte teem reflectido sobre todas as Artes e Sciencias, que se torna indispensavel tratar das applicações da Chimica tanto theoricas como practicas.

A Chimica é por ventura de todas as Sciencias aquella que offerece maior numero d'applicações.

Já Berthollet e Fourcroy, considerando os immensos serviços que ella pode prestar á humanidade, diziam com enthusiasmo filho de uma profunda convicção, que nenhuma sciencia merecia mais o titulo de universal do que a Chimica. As vantagens que todas as Sciencias naturaes tem tirado da Chimica, são incalculaveis. A Mineralogia tornou-se uma Sciencia nova, desde que se commecçou a attender á composição chimica dos mineraes, e a basear principalmente sobre este character as suas classificações.

A Geologia deve tambem a esta Sciencia muitas das suas descobertas e das suas mais bellas especulações. A formação de certos productos geognosticos, os phenomenos que se passaram nas primeiras epochas das revoluções do Globo, a composição das agoas mineraes, a constituição da atmospherá, tudo deve á Chimica noções precisas e claras. Nem menos lhe devem a Botanica, a Zoologia, e a Physiologia. A composição dos tecidos elementares tanto animaes como vegetaes, a natureza dos seus principios immediatos, como seculas, gommás, assucar, resinas e ceras vegetaes; a natureza dos fluidos do corpo humano, como sangue, bilis, limpha, &c.; a dos principios medicinaes e venenosos que certas plantas contem, são outros tantos conhecimentos devidos aos progressos da Chimica. Mas é particularmente a Physiologia que recebe da Chimica noções e principios sem os quaes o Physiologista não pode percorrer, sem tropeçar a cada passo, o vasto campo da sciencia que o occupa.

A luzão d'estas duas Sciencias, diz Liebig, vai augmentando a ponto, que daqui a cincoenta annos será impossivel marcar-lhe os limites, e a Physiologia será então uma verdadeira Chimica organica. Liebig, um dos mais ousados campeões d'este movimento scientifico moderno, forceja por explicar os phenomenos da vida, pelas leis physicas; é este o grande fim a que tendem todos os seus trabalhos, que hoje ameaçam galgar por todos os antigos preconceitos e prejuisos, rasgando o véo mysterioso com que até aqui se tem occultado os phenomenos vitaes. Se quizer-mos saber como os animaes e as plantas se nutrem, como respiram, e as variadas transformações por que passam todos os actos vitaes, perguntemol-o á Chimica, e ella nos responderá em muitos d'elles satisfatoriamente. Os mais interessantes problemas da Medicina devem-lhe tambem uteis reformas; as leis da vida, os meios de prevenir e de curar as doenças recebem uteis esclarecimentos da

**Chimica.** Ainda que a economia animal se não possa considerar simplesmente como um laboratorio chimico, é certo comtudo, que o diagnostico e prognostico das molestias tem lucrado muito com os estudos chimicos do sangue da urina do pus e do muco. Se a Pathologia deve tão relevantes serviços á Chimica, a Therapeutica não lhe deve menos a descoberta de preciosos medicamentos, e os meios de tornar a sua administração menos repugnante, e mais certa a sua acção. No tratamento dos envenenamentos a Chimica tem operado verdadeiros milagres, fornecendo-nos os meios de atacar o veneno nas partes mais intimas dos nossos órgãos, e destruir-lhe as propriedades toxicas. Em fim a Pharmacia deve á Chimica a melhor manipulação e conservação dos medicamentos, e os meios de os tornar mais activos e d'um emprego mais facil e seguro.

A Chimica ensina tambem á Agricultura muitos dos seus segredos; esta Sciencia só deixará de ser puramente empirica, quando assentar sobre as bases scientificas d'aquella. Por mais pratica que tenha de sua arte, jámais o agronomo se poderá considerar verdadeiramente instruido, se não for tambem chimico, porque só assim poderá conhecer as partes constituintes do solo, e os elementos que podem servir para a nutrição das plantas, e por consequencia a melhor applicação dos estrumes, e de todos os meios de fertilisar os terrenos.

As mais bellas industrias da economia agricola taes como a extracção da fecula, a fabricacção do assucar, a preparacção de vinhos e agoas ardentes, e a pannificacção &c., são processos verdadeiramente chimicos.

Se pertender-mos agora saber a importancia da Chimica em suas applicações á industria, bastará lembrar que todas as artes se podem dividir em mecanicas e chemicas, e que na lista d'estas figuram = a fabricacção dos acidos e saes = a preparacção das ligas e dos sabões =

== a extracção dos metaes == a arte ceramica == a tinturaria == a fabricacção do papel, dos tecidos, e dos cortumes == a illuminaçção das cidades tanto pelo azeite como pelo gaz &c.

A Chimica que era quasi nada ha cincoenta annos, tem hoje em roda de si mil industrias novas, de que é mãi; as antigas reformaram os seus velhos processos, e produziram productos mais perfectos e mais economicos: em fim esta Sciencia que o nosso seculo recebeu ainda no berço, estende hoje os seus braços de gigante pelo Universo. Até á Politica ou arte de governar a Chimica tem applicaçções: para prehencher os altos deveres que lhe impoem a sua missão, o homem d'Estado deve ser versado em conhecimentos de Chimica; d'outra sorte ignorará sempre as condiçções de melhoramento e de utilidade do seu paiz. Os mais importantes interesses materiaes, a maior e melhor producção das substancias alimentares necessarias ao homem e aos animaes, a conservação e restabelecimento da saude publica, e os mais interessantes problemas de policia medica, tudo está essencialmente ligado com o estudo da Chimica. O Conde de Chaptal, que tantos productos de industria creou, e tantas artes e processos aperfeicçou, queria que a Chimica formasse um ramo da educaçção nacional. Justa e mui digna de se abraçar parece a ideia, se se attender a que esta sciencia explica os mais interessantes phenomenos da Natureza, dirige as mais minuciosas operaçções da arte, e presta os elementos mais uteis e necessarios á conservação e commodidades da vida. Um homem que hoje recebe uma educaçção verdadeiramente liberal, que cultiva o seu espirito com conhecimentos verdadeiramente uteis, não deve ignorar a natureza dos corpos que por toda a parte o cercam, e as causas dos phenomenos que todos os dias o surpreendem.

A Chimica é uma Sciencia que muito conyiria se

tornasse popular ; a simplicidade de sua nomenclatura , o interesse de suas demonstrações e applicações tudo concorre para ella se dever vulgarizar. E' para sentir que estas verdades não tenham sido reconhecidas em Portugal , e que não haja ainda Escolas d'instrucção secundaria , em que as Sciencias Naturaes se ensinem á mocidade. Sirva d'exemplo a Allemanha em que estas Sciencias constituem a maior parte do ensino , e onde todos os annos se educa uma geração forte seria e intelligente , capaz de comprehender o que é verdadeiramente grande e util. A epocha actual é uma epocha de melhoramentos intellectuaes e materiaes , toda cheia de progresso e actividade , em que tudo conspira a proveito da vida e da Sciencia. E' por tanto hoje uma necessidade considerar a Chimica como pharol das Sciencias da industria e da civilisação.

Passemos agora a estudar a historia da Philosophia Chimica.

A Historia das Sciencias Naturaes não parece ser muito cultivada pelos sabios da epocha actual. O pouco interesse que se liga ao estudo dos grandes acontecimentos a que a industria as artes e a civilisação devem a sua origem , das epochas notaveis porque tem passado a intelligencia humana nas conquistas da verdade , pode explicar-se pelo character actual das Sciencias modernas que deixam a perder de vista os trabalhos dos seculos anteriores. A boa direcção em que hoje marcha o estudo das Sciencias , o rigor dos raciocinios e demonstrações , a preferencia dos methodos experimentaes sobre theorias especulativas , e suas felizes applicações a factos d'interesse e utilidade publica , são por certo os motivos d'este abandono da historia dos progressos do espirito humano.

A Historia da Philosophia Chimica faz parte da historia da Philosophia , e tem acompanhado todos os passos da civilisação até hoje. — Se pertendessemos allegar como titulos de nobreza d'aquella Sciencia a sua antiguidade ,

talvez que em tempos bem remotos podessemos descobrir alguns vestígios da sua origem. Entre os Philosophos Gregos já Democrito admittia a existencia d'atomos, mas isto era apenas uma ideia vaga, uma luz incerta sem applicações uteis; para Democrito a figura e a extensão constituíam de per si só a essencia dos atomos, e Epicuro, alem d'estas propriedades, lhes attribuiu a do pezo. Os erros porem a que eram levados estes Philosophos pelas suas ideias atomicas, deixam vêr claramente o absurdo dos seus systemas: estas ideias eram antes concebidas com o fim de se applicarem á Moral, e á Psychologia e para explicar os grandes phenomenos do Universo, do que para servirem de base a theorias chemicas.

N'uma epocha mais moderna, no seculo 17.º, em que o imperio dos Alchimicos baqueou no espirito da opinião publica, começaram de apparecer ideias mais sãs de Philosophia. Foi n'esta epocha que se fundaram tres Sociedades sabias, que exerceram uma influencia incontestavel sobre o progresso das Sciencias. A Academia d'el Cimento em 1651, a Sociedade Real de Londres em 1662, e a Academia Real das Sciencias de Paris vieram dar um nobre impulso á regeneração das letras. Entre os membros d'esta, appareceu um homem eminente, que em suas obras não só descrevia os factos com ordem claresa e methodo, senão que explicava os phenomenos por meio de certos principios philosophicos. Nicolau Lefevre formava já uma ideia vasta da Chimica, e já a dividia em Chimica Philosophica, Electro-Chimica, e Chimica Pharmaceutica. A Chimica Philosophica, dizia elle, é — a Sciencia pura, livre de toda a applicação á Medicina e á Pharmacia; é o estudo da Natureza, o exame dos compostos que ella produz, a explicação dos mysterios que ella offerece á nossa curiosidade. — Vê-se por tanto que n'esta epocha havia já uma Philosophia Chimica; mas esta consistia apenas em simpli-

ces ensaios de theorias que com serem germes preciosos para o futuro da Sciencia, não constituíam ainda uma reunião de principios geraes capazes de formar uma Sciencia rigorosa e exacta. N'este tempo, pouco mais ou menos, publicou Becher a sua *Physica subterranea*, na qual apresenta bases d'uma verdadeira *Philosophia Chymica*, qual a permittiam as luzes da sua epocha, mostrando já, ideias precisas sobre a natureza das reacções chymicas, sobre os principios materiaes entre os quaes ellas se exercem, e sobre as forças que lhe presidem. E' certo porém, que d'estes systemas em que as mais das vezes, como diz Dumas, se adorava o erro, e se desprezava a verdade, mas que a par de ideias falsas e erroneas espalhavam com profusão pelo campo da Sciencia noções exactas e uteis aos progressos da humanidade, dista muito a Sciencia propriamente dita. Parece-nos por isso que a origem da *Philosophia Chymica* é muito moderna e data apenas do seculo 18.<sup>o</sup> — Verdade é, que os Egypcios, os Gregos, os Romanos, os Arabes e os Chins conheciam muitas artes e productos chymicos, como a fabricação das ligas metallicas, do vidro, da pólvora, dos saes e de muitos medicamentos; vai porém uma longa distancia do conhecimento de todos estes factos aos elementos d'uma verdadeira Sciencia; ha grande differença entre a descoberta d'uma arte, a qual por muito importante que seja, pode ser devida ao acaso, e o complexo de principios fundamentaes d'uma Sciencia, que só podem ser o fructo dos esforços do genio e da reflexão.

Da combinação da experiencia com a razão resulta a Sciencia, e é isto o que os antigos ignoravam. — Não queremos ser detractores dos seculos passados, nem declamar contra a ignorancia de nossos antecessores; não podemos contudo deixar de reconhecer, que a direcção actual dos estudos scientificos é mais philosophica, e

que a observações superficiaes, feitas antes com as vistas de fazer triumphar systemas do que de descobrir verdades, teem succedido investigações mais exactas e perfectas, e mais uteis aos progressos das Sciencias.

Foi em 1774 que a Chimica começou a adquirir o character de precisão e de sã philosophia que a elevou á cathegoria de uma verdadeira Sciencia, pois seria abuso indesculpavel pretender dar o nome de Sciencia á Alchimica, uma arte empirica e mysteriosa, que só podia ganhar voga n'uma epocha de superstição e ignorancia.

Foi com effeito em 1774 que teve logar a descoberta do oxigeno, descoberta importante que produziu uma revolução na Sciencia, e serviu de base fundamental a uma nova doutrina que tem reinado nas Escolas até aos nossos dias. Esta descoberta, devida ao genio immortal de Lavoisier, veio dar a explicação do phenomeno mais universal da Chimica, e mais importante em seus resultados, — a combustão. Verdade é, que já muito antes d'elle, um homem celebre, Stahl, tinha imaginado para explicar este phenomeno, a existencia d'um principio particular, a que dera o nome de phogistico; mas isto não era mais do que um esforço do genio, luctando com as trevas da ignorancia em busca de uma ideia luminosa, que abraçasse todos os factos e formasse um corpo de doutrina. Foi Lavoisier que creou esta ideia, com a qual deu nova face á Sciencia; foi este Chimico que com mão ousada rasgou o véo que até então tinha obscurecido a Chimica; foi a luz do seu genio e de sua nobre intelligencia que fez desaparecer muitos erros, e produziu a aurora da Philosophia Chimica actual. A refutação da doutrina de Stahl, e o estabelecimento da nova doutrina da combustão, vieram lançar os primeiros fundamentos da Chimica Philosophica, e foram os pontos de partida para Lavoisier formular as mais brilhantes theorias, e reformar e melhorar a linguagem da Sciencia.

Vieram depois Wenzel, Richter, Dalton, Proust, e Berthollet que descobriram as grandes leis que regem os phenomenos chimicos. A estes trabalhos succederam as brilhantes descobertas de Davy, Gay-Lussac, Thenard, e Berzelio, que formam uma epocha nova e independente na Sciencia. Emfim o presente e o futuro da Sciencia estão entregues nas mãos dos sabios mais eminentes, de Dumas, Pelouse, Orfila, Liebig, Mitscherlich, Regnault, Gerhard, &c., que vão realisando uma reforma completa em suas theorias. Nós veremos que os trabalhos d'estes ultimos Chimicos mudam completamente a face da Sciencia, e constituem a epocha mais recente da sua historia.

Com tal rapidez se succedem os seus progressos, que as ultimas edições das obras classicas de Thenard e Berzelio já são insufficientes para o seu estudo. Se quizermos avaliar o seu estado actual, e as reformas que diariamente vai adquirindo, é mister consultar os jornaes, para deparar com as memorias originaes, onde cada Author desenvolve as suas ideias, e propoem novas theorias. E' bem de vêr quanto deve ser difficil escolher no meio de tantas experiencias e discussões os principios geraes, e reduzi-los a formas de expressão mais claras e precisas. E' até impossivel explicar a Philosophia Chimica com aquella clareza de estilo e simplicidade de demonstração de que são susceptiveis os axiomas e principios elementares da Chimica: não sabemos mesmo, se fôra roubar-lhe aquelle brilho e mysterio que são proprios das suas theorias, o reduzi-las a uma expressão simples e singela. Desempenharemos porem a nossa tarefa, como o permittirem as nossas forças.

3.ª LIÇÃO.

**CORPO — MATERIA — ATOMO — MOLECULA — PARTICULA — ESTADOS DOS CORPOS. —**

**O**CCUPEMO-NOS hoje com alguns principios geraes de Physica que servirão de nos abrir o caminho para o dominio da Philosophia Chimica.

Corpo — São muitas as definições que se tem dado de corpo, e pode-se dizer que nenhuma d'ellas é isempta de defeitos e objecções. Aristoteles definiu corpo — uma substancia composta de materia e forma. Esta definição do Philosopho Grego é sabia e profunda, porque o caracter essencial do corpo consiste na dupla relação de forma e materia; tem comtudo o inconveniente de fazer depender a definição de corpo da ideia de materia, quando pelo contrario a ideia de materia nos vem dos corpos.

Dos Physicos modernos uns teem definido corpo, tudo o que obedece á attracção; outros tem dito que corpo é a extensão impenetravel. Ambas estas definições teem o grave inconveniente d'excluir os chamados fluidos imponderaveis, porque até hoje ainda não foi possivel descobrir peso, nem impenetrabilidade em algum d'estes fluidos.

Verdade é, que é ainda objecto de questão, se o calorico, a luz, e a electricidade são agentes materiaes, ou propriedades dynamicas dos corpos tangiveis; mas é certo tambem que no estado actual da sciencia é impossivel

explicar uma infinidade de phenomenos, sem se admittir duas especies de materia, uma ponderavel, origem dos corpos sensiveis, outra imponderavel, causa dos phenomenos calorificos, luminosos e electricos. As considerações que vamos fazer, farão sobresahir esta verdade.

A experiencia mostra que todo o corpo, qualquer que seja o seu estado e a sua natureza, augmenta de volume, quando aquece; e vice versa, se condensa, e diminue de volume quando arrefece. Ora, este simples facto é sufficiente para fazer vêr: 1°. que a materia que compõe os corpos não é continua, mas sim interrompida por certos intervalos: 2°. que o calor obra como força repulsiva, afastando as partes materiaes, sobre que actua: 3°. que todo o corpo é composto de particulas tenuissimas e imperceptiveis, que não estão em contacto, mas sim a certa distancia umas das outras. Como o corpo conserva sempre a mesma densidade em todas as partes, não obstante as variações de temperatura; é forçoso que as particulas que se afastam, ou se aproximam, quando a temperatura se eleva, ou abaixa, sejam extremamente pequenas e imperceptiveis. Se considerarmos além d'isto que o corpo continua sempre a diminuir de volume á medida que a temperatura desce, e que não foi ainda possivel chegar a um limite de condensação, seremos obrigados a admittir que as particulas dos corpos se acham a distancias mui consideraveis; suppõe-se até que em todos os corpos ha mais vazio do que cheio, ou por outras expressões, que as distancias das particulas são incomparavelmente maiores que o diametro das mesmas particulas. Sendo certo por outra parte que as particulas dos corpos solidos oppoem uma certa resistencia á sua separação, é forçoso que estas particulas sejam ligadas entre si por uma força; porque nem d'outra sorte se poderia conceber como um systema de particulas pode existir aggregado em forma de massa solida e resistente,

como o são tantos corpos. Sabemos, com effeito, que as particulas dos corpos são animadas d'uma força, chamada cohesão, que as faz tender mutuamente umas para as outras como por attracção. Mas, se esta força existisse só, as particulas, obedecendo a sua attracção reciproca, approximar-se-hiam até ao contacto, o que é contrario á possibilidade d'afastamento e approximação que ellas conservão nos corpos. E' necessario, portanto, que exista um principio, que obrando repulsivamente sobre as particulas, contrabalance a força attractiva d'estas, e as mantenha a distancias; e este principio não pode ser outro senão o que produz em nós a sensação de calor, porque já vimos que todos os corpos se dilatam, quando aquecem, e se contraem, quando resfriam. Somos pois forçados a admitir que as particulas dos corpos são sollicitadas ao mesmo tempo por duas forças contrarias e oppostas, uma attractiva, que tende a approximal-as, e outra repulsiva, devida ao principio do calor, que tende a afastal-as. Ora, como duas forças contrarias e oppostas não podem existir na mesma especie de materia, porque repugna que duas particulas materiaes se attraiam, e se repillam ao mesmo tempo, segue-se que ha duas especies de materia, uma imponderavel, cujas particulas são animadas d'uma força repulsiva, e outra ponderavel, cujas particulas são dotadas d'uma força attractiva. A primeira existe necessariamente no estado de sua ultima attenuação e enche todo o espaço, porque a mesma força repulsiva se oppõe á sua aggregação: a segunda existe em aggregados mais ou menos consideraveis, constituindo os corpos tangiveis, que se acham, por assim dizer, disseminados no meio do fluido tenuissimo formado pela materia imponderavel.

Eis ahi como por uma deducção logica dos factos chegamos a descobrir duas especies de materia, uma

ponderavel, origem dos corpos sensiveis, outra imponderavel, causa dos phenomenos do calor, da luz, e da electricidade. Explicar qualquer d'estas ordens de phenomenos, sem a intervenção d'um ou mais fluidos subtilissimos, incoerciveis e imponderaveis, é absolutamente impossivel.

Para evitar-mos pois esta questão, a saber, se os fluidos imponderaveis são ou não agentes materiaes, e a fim de comprehender-mos na definição o fluido ethereo, quando se adopte a hypothese das ondulações na explicação dos phenomenos calorificos e luminosos: é melhor definir corpo —tudo aquillo, que é susceptivel d'affectar um ou mais dos nossos sentidos. Esta definição, ao mesmo tempo que é simples, tem a vantagem de comprehender todo o definido, e de ser baseada sobre o caracter mais essencial, pelo qual os corpos nos manifestam a sua existencia, porque nós não conhecemos os corpos senão pelas accões que elles exercem sobre os nossos sentidos: quando alguma cousa obra sobre os nossos sentidos, temos consciencia da existencia d'uma cousa fora de nós, e esta cousa existente fora de nós é o que chamamos corpo. Não se segue d'aqui que todo o corpo deve necessariamente impressionar os nossos sentidos: o que dizemos é que devemos considerar como corpo tudo o que for susceptivel d'affectar um ou mais dos nossos sentidos; porque se no mundo existe algum corpo que não é susceptivel de nos affectar, para nós é o mesmo que se não existisse, nem o Physico se occupa senão dos objectos, que caiem debaixo do imperio dos sentidos. Poderia dizer-se que nós experimentamos algumas vezes sensações sem a presença de corpos que as produzam; mas, como no estado normal e de saude os nossos orgãos dos sentidos não podem ser impressionados senão pela acção d'um agente material, é claro que as referidas sensações não podem servir d'argumento contra a definição que demos.

**Materia** — Da ideia de corpo resulta a ideia de materia, porque os corpos outra coisa não são que porções de materia; d'aqui vem que as unicas propriedades que a esta podemos attribuir, são as que pertencem a todos os corpos, e que n'elles se encontram em todos os estados e em todas as circumstancias: taes são a extensão e impenetrabilidade. Alem d'esas duas propriedades, chamadas propriedades geraes da materia, possuem os corpos muitas outras; umas, que são communs a todos elles, v. g. a divisibilidade, a porosidade, a compressibilidade, etc.; outras, que dependem do seu estado e da sua natureza, como são a dureza, a tenacidade, a ductilidade, &c. Podemos, portanto, dizer que materia é a substancia que compõe os corpos, e em que reside d'algunha sorte a sua essencia.

**Atomo** — E' hoje objecto de crença geral que os corpos são formados de particulas infinitamente pequenas, insecaveis e indestructiveis, a que se dá o nome de atomos. D'estes elementos primitivos de diverso modo arranjados se compoem todos os corpos; e d'aqui vem o dizer-se que os corpos são aggregados de atomos em certa disposição e arranjo. N'eses atomos consiste essencialmete o que chamamos materia.

A ideia dos atomos existe na sciencia ha vinte e dois seculos. Leucippo, Philosopho Grego, foi o primeiro que usou d'esta palavra; querendo explicar a existencia e a formação do mundo, imaginou que todos os corpos eram formados de particulas infinitamente pequenas e indivisivas, ás quaes deu o nome de atomos.

Não é nosso intento discutir aqui os fundamentos da theoria atomica, reservamos este objecto para outra lição; agora limitar-nos-hemos a expor as razões que tem levado os Physicos a admittir a existencia dos atomos.

Todos os Physicos actuaes concordam em que a

materia não pode ser dividida senão até um certo ponto, para além do qual ella escapa e resiste a todos os esforços que se poderiam fazer para levar mais avante a divisão. Foi contudo por muito tempo objecto de questão, se a materia é ou não divisivel ao infinito: era uma pura questão de palavras, que provinha de se não fazer distincção entre a divisão abstracta ou geometrica e a divisão real ou physica. Quando se considera a divisão mentalmente, nenhuma duvida ha que a materia é divisivel ao infinito; porque por mais pequena que se imagine uma particula de materia, por isso mesmo que ella é extensa, podemos sempre conceber a sua extensão dividida em duas ametades, cada uma d'estas em outras, e assim por diante até ao infinito. Quanto á divisão real e effectiva, nada podemos affirmar, porque para isto seria mister que podessemos dispor d'uma eternidade de tempo, e que os nossos sentidos podessem seguir indefinidamente a divisão; mas os phenomenos da Chimica fazem crer que a divisão tem um limite, para além do qual não ha na Natureza agentes ou cauzas capazes de operar uma ulterior divisão. Muitos factos parecem demonstrar que as differenças que se notam nas propriedades dos corpos dependem, senão inteiramente, pelo menos em grande parte, da grandeza e figura das suas moleculas: a variedade de compostos, que produzem os mesmos principios unidos em diversas proporções, e os importantes phenomenos da isomeria são argumentos inconcussos a favor d'es'a asserção. Ora, qualquer que seja a operação chimica, a que se submettam os corpos simplicies, quaesquer que sejam as combinações, em que elles entrem, e as assimilações que se lhes faça experimentar nos entes vivos, os ditos corpos saiem sempre com as suas propriedades originaes. Parece pois, que os corpos são compostos de particulas materiaes que se não quebram, nem se alteram, porque a

não ser assim, todo o corpo seria susceptível d'uma infinidade de transformações. A estes ultimos elementos materiaes, insecaveis, indestructiveis, e cuja continuidade resiste a todas as forças que podem obrar sobre elles, é que os Physicos dão o nome de atomos.

Molecula — Ainda que aranjados da mesma maneira, não são comtudo igualmente distantes uns dos outros os atomos que compõem um dado corpo; supõe-se que os atomos se acham reunidos em pequenos grupos, a que se dá o nome de moleculas, e que o corpo é formado por uma reunião d'estas moleculas, collocadas a distancias incomparavelmente maiores que as dos atomos entre si. Fundados em que a natureza do corpo depende em grande parte da grandeza e figura das suas moleculas, teem alguns Physicos supposto que em todo o corpo as moleculas teem uma grandeza fixa e invariavel. Admittida esta ideia, que numerosos factos parecem confirmar, podemos dizer que molecula é — o ultimo termo da divisão que um corpo pode experimentar sem alteração na natureza das partes divididas, ou a ultima particula d'um corpo, da mesma natureza do todo de que ella faz parte.

Não é por meios mecanicos, mas sim pela acção chimica que um corpo pode soffrer a divisão molecular; as moleculas dos corpos são tão pequenas, que por menores que sejam as particulas, a que um corpo seja reduzido pela pulverisação ou por qualquer outro meio mecanico, cada particula assim obtida consta ainda de um grande numero de moleculas. Cumpre tambem não confundir atomo physico com atomo chimico, que é um termo synonymo de molecula.

Moleculas integrantes e constituintes — Quando um corpo é composto de dois ou mais corpos simples, as suas moleculas são formadas pela reunião das moleculas dos corpos simples que entram na sua composição.

N'este caso as moléculas compostas tem o nome de integrantes, e as moléculas elementares que as compoem, ò de moléculas constituintes. Se supposer-mos um corpo composto de dois corpos simples A e B em proporção tal, que o composto AB contenha tantas moléculas de A como de B, cada molécula do composto AB conterá uma molécula de A e outra de B, e poderá ser representada por  $A + B$ ; A B serão as moléculas constituintes, e  $A + B$  as moléculas integrantes.

Partícula — A palavra partícula significa vaga e indeterminadamente qualquer pequenissima parcella d'um corpo; é um termo generico, que se emprega para designar tanto o atomo e a molécula, como os tenues fragmentos d'um corpo que se obtem pela divisão mecânica. Em vêz de atomos dizemos muitas vezes particulas materiaes: e em vêz de dizermos que um corpo se acha reduzido pela pulverisação a pequenas parcellas, dizemos ordinariamente que elle se acha reduzido a pequenas particulas.

Estados dos corpos — Em tres estados diferentes se apresentam geralmente os corpos ponderaveis: uns, como as pedras e os metaes, são susceptiveis de uma forma exterior fixa e independente de forças es'ranhas, e são chamados solidos: outros, a que se dá o nome de liquidos, tomam por effeito da grande mobilidade das suas moléculas a forma dos vasos que os conteem, e uma superficie plana e parallela ao horisonte; taes são o mercurio, a agua, o espirito de vinho, o azeite, &c.: outros em fim, chamados gazes, per ex o oxygeno, o azoto, &c. tendem cons'antemente a expandir-se, e occupam por isso toda a capacidade do vaso que os encerra. O estado gazoso é tambem designado pelos nomes de fluido elastico e de fluido aeriforme, em razão da elasticidade quasi perfeita, de que gozam estes corpos, e de sua analogia com o ar atmosferico.

Os corpos solidos oppoem á separação das suas moléculas uma resistencia mui sensivel, podem ser apanhados e retidos entre os dedos, e conservam sem dependencia alguma de forças estranhas a forma que se lhes dá, ou que naturalmente possuem. Os liquidos, ainda que offerecem ao tacto uma resistencia assaz sensivel, não podem comtudo ser apanhados, nem retidos entre os dedos. Os fluidos aeriformes são invisiveis pela maior parte, não podem ser apalpados, nem impressionam o sentido do tacto, quando estão em repouso; reconhece-se porem facilmente a sua existencia, quando estão em movimento. A impressão que experimentamos, quando somos expostos a um vento forte, não nos deixaria duvida alguma sobre a materialidade do ar, ainda que não soubessemos que todos estes corpos podem ser encerrados em vasos, e que resistem á pressão com uma força proporcional á força comprimente.

A maior parte dos corpos que existem á superficie do globo, são solidos á temperatura ordinaria das suas differentes regiões; submettidos porem á acção do calor passam ao estado de liquido a differentes graus de temperatura. Na cera, no enxofre, e nos metaes que são habitualmente solidos, é este phenomeno de todos bem conhecido; todos estes corpos, sendo expostos á acção do fogo, passam ao estado liquido. A cera exige, para soffrer esta mudança d'estado, menor grau de calor do que o enxofre; este, menor grau de calor do que os metaes, alguns dos quaes somente se fundem a uma temperatura extremamente elevada. Da-se o nome de fusão a este phenomeno, e chama-se termo de fusão o grau de temperatura, em que o corpo se torna liquido. Muitos corpos, que outrora se haviam por inusiveis ou apyros, teem perdido esta cathegoria depois da invenção do maçarico oxy-hydrogeno; ha porem alguns, que não passam ao estado liquido, ou porque se decom-

poem pela acção do calor, e antes que a temperatura tenha chegado ao grau necessario para a fuzão, ou porque passam immediatamente do estado solido ao de fluido elastico.

Continuando a temperatura a elevar-se, passa o corpo do estado liquido ao de fluido aeriforme, e diz-se então que elle se volatilisa ou se evapora. A evaporação da agua e d'outros liquidos é um phenomeno constante, que directa e indirectamente por muitos factos se manifesta. E' por effeito da evaporação que a agua, exposta ao ar livre, diminue successivamente de quantidade no vaso que a contem; o mesmo tem lugar em todos os outros liquidos, azeite, mercurio, espirito de vinho, &c. N'este caso a evaporação é lenta, e somente se effectua á superficie do liquido; submettendo-o porem á acção do fogo, a evaporação superficial augmenta á medida que o liquido aquece, e chega um termo, em que o vapor se forma em todos os pontos interiores da massa liquida, mormente junto das paredes do vaso, que recebem directamente a acção do fogo; então as bolhas de vapor, rompendo atravez do liquido, produzem neste um movimento tumultuoso, a que se dá o nome de ebullicão. Sendo o vapor da agua e de quasi todos os outros liquidos perfeitamente transparente e invisivel, não é a evaporação um phenomeno que directamente se possa observar nestes liquidos: a especie de fumo que exhala a agua quente, principalmente em tempo frio e humido, não é rigorosamente a agua no estado de fluido aeriforme, senão em um estado particular, constituindo o que se chama vapor vesicular, estado, em que ella existe nas nuvens e nevoeiros.

Se um augmento progressivo de calor faz passar o corpo successivamente do estado solido ao de liquido, e d'este ao de fluido aeriforme, um abaixamento gradual de temperatura lhe faz experimentar mudanças d'e-

stado n'uma ordem inversa. Para nos convenceremos de que o vapor aquoso passa ao estado liquido, quando arrefece, basta apresentar ao vapor, que se forma á superficie da agua quente, um corpo solido mais frio: este apparece immediatamente coberto d'um orvalho formado pela condensação do vapor. A explicação d'este phenomeno é facil: o corpo solido, estando mais frio do que o vapor aquoso, rouba-lhe calor; o vapor, não tendo então o grau de calor sufficiente para conservar o estado de fluido aeriforme, condensa-se, e passa ao estado liquido. Esta lei é geral; os mesmos corpos, que são habitualmente gazosos, podem passar ao estado liquido, submettendo-os a um frio mais ou menos intenso: e ainda que alguns ha, que somente passam a este estado, ajudando a acção do frio d'um augmento de pressão; e outros, que até agora teem resistido a todos os resfriamentos artificiaes e pressões a que teem sido submettidos, não devemos comtudo concluir d'aqui que elles façam excepção á lei geral, mas sim que não foi ainda possível obter um frio artificial assaz intenso para os fazer mudar d'estado. Quando se considera que o oiro e a platina são susceptíveis de se volatilizar, e que o gaz acido carbonico pode não só passar ao estado liquido, mas ainda tomar todas as apparencias d'um mineral cristallino, não podemos deixar de admittir que todos os corpos sem excepção são susceptíveis d'estas transformações; tanto mais, quanto é certo que as substancias, que se mostram refractarias, como o oxygeno, o azoto, &c., tornam-se susceptíveis de adquirir todos os estados, quando se acham combinadas entre si ou com outros corpos.

Pela dupla influencia da pressão o do frio o protoxydo d'azoto passou successivamente nas mãos de Faraday, do estado gazoso ao de liquido, e d'este ao de solido. Assim como este, muitos outros exemplos poderiamos citar.

Continuando a descer a temperatura, passa o corpo do estado liquido ao de solido. A agua, que é liquida á temperatura ordinaria do nosso paiz, toma o estado solido durante os frios rigorosos do inverno; o mercúrio, que é sempre liquido no nosso paiz, torna-se solido durante os frios intensos dos paizes do norte. Da-se a este phenomeno o nome de solidificação ou de congelação. Solidificação é um termo generico, que exprime a conversão do corpo em solido, quer se achasse antes no estado liquido, quer no de gaz, e qualquer que seja o seu estado habitual; a palavra congelação designa particularmente a passagem de liquido para solido, quando o corpo é liquido á temperatura ordinaria da atmosphera. Diz-se assim congelação da agua, congelação do mercúrio, mas não se diz congelação do enxofre.

No acto da solidificação as moleculas do corpo, obedecendo a sua attracção reciproca, reúnem-se segundo certas leis, dando assim origem a pequenos solidos de forma regular e quasi sempre geometrica, aos quaes se dá o nome de cristaes. Esta lei é geral; o estado amorpho é sempre effeito de causas perturbadoras. Todas as vezes que se dão as condições necessarias para que a cristallisação possa ter lugar, e que vem a ser, repouso e passagem lenta e gradual do estado liquido para o estado solido, formam-se sempre cristaes; a formação de massas confusas somente apparece, quando circumstancias accidentaes alteram a marcha regular da cristallisação. Desmentida parecerá esta doutrina pelas recentes experiencias de Link, feitas sobre os carbonatos de cal e chlorurêto de chumbo. D'ellas se deduz que os precipitados nos primeiros momentos de sua formação são perfeitamente amorphos, e que só passado algum tempo é que se reúnem em grupos mais ou menos cristallinos, transformando-se depois em cristaes perfeitos. Já Eheremberg, em suas observações microscopicas, havia notado que muitos preci-

pitados se separavam de suas dissoluções com formas confusas e indeterminadas, taes como globulares, espheroidaes, basilares, annulares, &c. Todavia Berzelio pensa, e é tambem nossa opinião, que as observações de Link e de Eberemberg não invalidam a lei crystallographica estabelecida: o que provam, quando muito, é que os corpos antes de crystallisarem passam por certos estados transitorios, que podem preceder a forma crystallina definitiva. A rapidez, com que os corpos crystallisam, torna muito difficil em alguns casos a observação d'estes estados amorphos primitivos; o chlorurêto de chumbo, por ex., crystallisa com tanta rapidez que é impossivel observar a successão d'estes estados.

Resulta como consequencia necessaria dos principios expostos que os tres estados, em que os corpos se apresentam, não são inherentes á sua natureza; por quanto, o mesmo corpo pode apresentar-se em qualquer d'elles, segundo o grau de temperatura em que se acha.

Alem dos tres estados, solido, liquido, e gazoso, de que acabamos de fallar, admittem ainda alguns Physicos o estado globular, o vesicular, e o espheroidal. Vejamos as razões que se podem dar para considerar estes estados como particulares e distinctos dos outros.

Estado globular — O estado globular parece ser um caracter do organismo. A forma mais simples dos elementos anatomicos dos animaes e vegetaes é originariamente uma particula espherica: os globulos do chylo e os corpusculos do sangue são, segundo as observações de Carus, Wagner, Edwards, Barry e Newport, os estados primitivos do seu desenvolvimento. Quando submettemos os liquidos a uma extrema divisão, adquirem logo o estado globular. Agitando um liquido com uma substancia viscosa com a qual se não possa misturar, o liquido divide-se extremamente, e reduz-se a globulos tão pequenos, que somente são visiveis por meio do

microscópio; é o que tem lugar, quando se mistura uma mucilagem gommosa com um óleo fixo. O leite parece ser uma materia gorda, a manteiga, dividida na agua, que a caseina torna viscosa. Muitos productos immediatos dos vegetaes, taes como a gomma gutta, parecem estar neste caso, só com a differença de serem resinas ou ceras misturadas com materias gommosas. Em fim os líquidos, abandonados a si mesmos, e em pequenas quantidades, adquirem uma forma espherica. As gotas da chuva teriam esta forma, se cahissem no vasio; a resistencia que encontram no ar é que lhes muda a forma. A agua, o mercurio e em geral todos os líquidos derramados sobre superficies lisas e não susceptíveis de serem molhadas por elles, dividem-se em gotas sensivelmente esphéricas.

Estado vesicular — O estado vesicular observa-se nas nuvens e nos nevoeiros, e parece ser privativo da agua. Para explicar a suspensão das nuvens na atmosphera, Saussure suppunha que os globulos que as constituem, são pequenas vesiculas ocas, semelhantes ás que se obtem com a agua de sabão; d'aqui vem o nome de vapor vesicular, que se deu a este estado particular, em que a agua existe nas nuvens e nos nevoeiros. E' ainda hoje ponto de duvida, se os globulos, de que as nuvens se compoem, são pequenas vesiculas ocas, cujo ar interior, por se achar saturado de vapor, deve ser especificamente mais leve do que o ar exterior; ou pequenissimas gotas d'agua, cuja densidade é consideravelmente diminuída pela camada d'ar que lhes é adherente. O que sabemos de positivo a este respeito é que, quando o vapor aquoso se condensa no meio d'um gaz, antes de se precipitar no estado liquido, reúne-se em pequenos globulos, e constitue então o que se chama vapor vesicular.

Estado espheroidal — O estado espheroidal observa-

se todas as vezes que se projecta um liquido sobre uma superficie solida fortemente aquecida. Quando n'uma capsula polida de ferro, de prata, ou de platina, aquecida á temperatura do rubro-claro, se projectam algumas gôtas d'agua ou de qualquer outro liquido, estas reúnem-se em uma só, que gira rapidamente sobre si mesma, e se evapora tanto mais lentamente, quanto mais elevada é a temperatura da capsula. Boutigny deu a este estado o nome de espheroidal, e pretende que elle seja um estado de transição entre a forma liquida e gazosa, apresentando porem propriedades mui distinctas, e particulares.

Este phenomeno deve ter sido observado desde a mais remota antiguidade, porque o primeiro homem que aquecesse uma pedra ou um metal e sobre elle entornasse algumas gotas d'agua, deveria vê-las passar ao estado espheroidal. Não ha contudo tradição alguma historica que dê este facto como sabido dos antigos Philosophos; as primeiras observações, de que ha noticia na sciencia, foram feitas por Leidenfrost em 1756. Dobereiner reconheceu depois que os phenomenos, que Leidenfrost tinha observado projectando gotas d'agua sobre um vaso candente, teem igualmente lugar com o alcool, com o ether e com os oleos essenciaes. Em fim Laurent, repetindo estas experiencias com os acidos sulphurico, azotico, chlorhydrico e tartarico, e com as dissoluções de potassa, d'ammoniacco, de chlorhydrato d'ammoniacco, de sal marino, d'alumen, &c, obteve os mesmos resultados, e notou alem d'isto que as gotas liquidas sobre o metal candente existem em um estado vibratorio que lhes dá a forma d'uma estrella, e que a temperatura d'ellas é a da ebullição do liquido.

O que ha de mais notavel em todos estes phenomenos é a lenteza da evaporação do liquido em circumstancias, que, segundo á primeira vista parece, de-

veriam tornal-a extremamente rapida. Este phenomeno singular não se observa somente em pequenas massas: uma marmitta de Papin que supportar a temperatura rubra sem explosão, pode ser furada, sem que saia pelo orificio o menor jacto de vapôr. D'este facto concluiu Boutigny que a causa principal das explosões das caldeiras de vapor é o estado espheroidal, em que a agua se constitue a uma temperatura muito elevada, porque apenas chegar á caldeira uma nova porção d'agua, o abaixamento de temperatura destruirá o estado espheroidal da ja existente, e formar-se-ha immediatamente uma quantidade de vapor tão consideravel e d'uma tensão tão forte, que a explosão terá infallivelmente lugar.

Agora que sabemos o que se entende por estado globular, vesicular, e espheroidal, é natural o perguntar, se estes estados se devem considerar como particulares e distinctos do estado liquido, ou como simples modificações de forma, devidas ás circumstancias especiaes, em que o corpo se acha.

O estado globular e o vesicular não são por certo estados distinctos do liquido; porque uma simples differença na forma exterior do corpo não constitue um estado differente. O que caracteriza essencialmente os estados dos corpos é o grau de cohesão que liga as suas moleculas, segundo as distancias, a que ellas se acham; se a força de cohesão é assaz consideravel para que as moleculas possam formar um so e o mesmo todo, de maneira que o corpo seja susceptivel d'uma forma exterior fixa e independente de forças estranhas, o corpo é solido: se a força de cohesão é tão pequena, que as moleculas pod em obedecer quasi livre e independentemente umas das outras á acção das forças naturaes que as sollicitam, o corpo é liquido: se a força de cohesão é nulla, e as moleculas obedecem unicamente á acção repulsiva do

então o corpo é gasoso. Partindo do mesmo caracter, fácil é de vêr que os estados globular e vesicular são puras modificações do estado liquido, o qual pode apresentar-se debaixo d'esta ou d'aquella forma, segundo as circumstancias particulares, em que o corpo se acha, e que presidiram á aggregação das suas moleculas. Não ha mais razão para considerarmos os estados globular e vesicular como differentes do estado liquido, do que o estado d'um corpo reduzido a pó como diverso do estado solido. Sabemos que, se uma massa liquida fosse isolada no espaço, e subtrahida á acção de forças estranhas, tomaria necessariamente a forma espherica, por ser esta a unica compativel com o estado d'equilibrio entre todas as forças attractivas que sollicitam as suas moleculas; e que é em virtude d'esta mesma causa que as gotas liquidas, não obstante a acção da gravidade, tendem a tomar uma forma globosa, como se observa particularmente, quando ellas pouzam sobre um corpo que não é susceptivel de ser molhado pelo liquido. E diremos nós que as gotas d'orvalho que pouzam sobre as folhas das plantas, as gotas d'agua sobre um plano coberto de pó, as de mercurio sobre um plano de vidro, &c. constituem um estado differente do estado liquido? Por certo não. O mesmo se pode dizer a respeito do estado, em que a agua existe na atmospherica, quando perturba a sua transparencia; porque, ou se admitta que as nuvens são formadas de pequenos globulos liquidos, como querem uns, ou de pequenas vesiculas ôcas, semelhantes ás que se formam com a agua de sabão, como pretendem outros, sempre é certo que a agua existe ali no estado liquido, e que o que se chama estado vesicular pode, quando muito, haver-se por uma modificação particular do estado liquido.

Pelo que respeita ao estado espheroidal, mais algumas razões se podem dar para o termos em conta d'um

estado particular e distincto; já porque durante este estado o liquido pairando no espaço a certa distancia da superficie candente, parece rebelde á acção da gravidade; já porque se evapora lentamente, conservando sempre uma temperatura inferior á da ebullicão. Todavia, se attendermos a que todos estes phenomenos se podem explicar pelas circumstancias especiaes, em que o liquido se acha, sem lhe attribuir propriedades excepcionaes, seremos antes inclinados a considerar o estado espheroidal como uma forma accidental do estado liquido.

A forma e o movimento de rotaçãõ da gota liquida mostram que esta é separada do metal por uma lamina d'ar, que, com quanto seja muito delgada, é comtudo sufficiente para obstar ao contacto immediato. Em uma força repulsiva, que se manifesta entre os corpos aquecidos, e que augmenta rapidamente á medida que a temperatura se eleva, parece residir a causa d'este phenomeno. As experiencias de Perkins, que vamos referir, não deixam duvida alguma a este respeito.

Tendo-se fendido n'uma grande parte do seu comprimento um dos cylindros geradores d'uma machina de vapõr, observou Perkins que a uma temperatura muito elevada nada sahia pela fenda, em quanto que a uma temperatura pouco superior a  $100^{\circ}$  a fenda dava passagem a um jacto d'agua. Poderia suppõr-se que a grande dilataçãõ do metal a uma alta temperatura fechava a fenda, e obstava assim á sahida do jacto; mas, praticando no gerador um orificio de um oitavo de pollegada de diametro, e adaptando-lhe um cano d'espingarda terminado por uma torneira, achou Perkins que a torneira não dava agua, quando a pressãõ interior era para cima de 50 atmospheras, e que com uma pressãõ muito menor a agua sahia com impetuosidade e violencia.

Se admittirmos pois que a acção do calor desen-

volve entre os corpos fortemente aquecidos uma força repulsiva, o que é também comprovado pelas recentes experiências de Bouigny, nada mais fácil de conceber do que a razão por que a gota líquida se mantém a certa distancia da superficie do metal candente. A lenteza, com que o liquido se evapora n'estas circumstancias, provem então de duas cauzas: a falta de contacto entre o liquido e o metal aquecido, e a grande intensidade dos raios calorificos emittidos pelo metal, os quaes atravessam a gota líquida, sem experimentarem uma absorpção sensivel. Quanto aos movimentos, que a gota líquida apresenta, facilmente s'explicam elles pelas reacções que devem resultar da desenvolução do vapor nos pontos, em que esta tem lugar, e que devem achatar a gota ora n'um, ora n'outro sentido.

Outras considerações poderíamos fazer, mas o que levamos dito parece-nos de sobejo para demonstrar que não existem mais de tres estados dos corpos — solido, liquido e gazoso — e que o que se chama estado globular, vesicular e espheroidal são puras modificações do estado liquido, dependentes de circumstancias particulares que sem alterarem a constituição do liquido, influem comtudo sobre a sua forma.

#### 4.ª LIÇÃO.

ATTRACÇÃO UNIVERSAL — COHESÃO — AFFINIDADE —  
NATUREZA CHIMICA DOS CORPOS — SYSTEMAS DOS AN-  
TIQOS — DIVISÃO DOS CORPOS EM SIMPLICES E COMPOSTOS.

**A**ATTRACÇÃO universal — A tendencia de todos os planetas para o centro do sol, e de todos os satellites para o centro do planeta a que pertencem; tendencia que os mantem nas orbitas que elles descrevem á roda do centro de seu movimento; a queda ou precipitação de todos os corpos para a superficie da terra, quando d'ella separados e abandonados a si mesmos; o desvio do prumo na proximidade das grandes montanhas; a adherencia, que se manifesta entre dois corpos polidos, que se applicam um contra o outro; a promptidão, com que se unem, e se confundem em uma só duas gotas de mercúrio que se approximam uma da outra, são factos, que mostram á evidencia que todos os corpos do universo tendem a approximar-se uns dos outros. Esta tendencia, designada pelo nome de attracção universal, resulta d'uma lei descoberta por Newton, a qual pode ser enunciada da maneira seguinte: todas as particulas materiaes se atraem com uma força, que é a mesma para todas ellas, e que varia na razão inversa dos quadrados das distancias. A demonstração d'esta lei pertence rigorosamente á Phisica; aqui daremos por demonstrado que a attracção, que dois corpos exercem um sobre o outro, resulta da attracção de cada uma das particulas de um sobre cada uma

das particulas do outro, e que esta attracção segue a lei indicada.

A attracção universal toma differentes nomes, segundo se considera nos corpos celestes, nos corpos terrestres, ou nas moleculas que compoem os corpos. Chama-se gravitação ou attracção planetaria a que se exerce entre os corpos celestes; gravidade a que se exerce entre o globo terrestre e os corpos collocados á sua superficie ou fóra d'elle; e attracção molecular a que se exerce entre as moleculas dos corpos. Esta distingue-se em attracção de cohesão ou de aggregação, attracção de adhesão, e attracção de composição ou afinidade. Attractão de cohesão é a que se exerce entre as moleculas integrantes d'um corpo; attracção de adhesão a que se manifesta entre dois corpos em contacto; e attracção de composição ou afinidade a que se exerce entre as moleculas constituintes d'um composto. A adhesão é exclusivamente do dominio da Physica, e por isso somente nos occuparemos da cohesão e da afinidade.

**Cohesão**—A resistencia que offerecem á sua separação as moleculas dos corpos solidos, é uma prova evidente de que as moleculas d'estes corpos são ligadas entre si por uma certa força: a esta força chamamos attracção de cohesão ou simplesmente cohesão.

A cohesão é variavel nos differentes corpos; fraca no enxofre, mais forte no marmore, é maior ainda no ferro. Os corpos mais pesados, ou que contem maior numero de particulas materiaes debaixo d'um dado volume, não são sempre os que possuem maior cohesão; o chumbo, por ex., é mais pesado do que o ferro, e menos coherente do que elle. O mesmo corpo pode apresentar grandes differenças debaixo d'esta relação: o marmore, com ser muito mais duro do que a greda não differe d'ella por sua natureza chimica; o diamante possui uma grande dureza, em quanto que o carbono obti-

do pelos meios chimicos é friavel, não obstante estes dois corpos serem da mesma natureza. Parece por tanto que a forma, grandeza e arrançamento das moleculas influem poderosamente sobre a cohesão. Os tecidos organicos, offerecendo á sua dilaceração uma resistencia que não está em proporção com a sua densidade, nos fornecem um exemplo bem sensivel do effeito produzido pelo arrançamento particular das moleculas.

No mesmo corpo varia a cohesão segundo a temperatura: o lacre, o vidro, e outros corpos que possuem a frio uma cohesão assás consideravel, tornam-se molles a uma temperatura elevada; o ferro coado, que é extremamente duro á temperatura ordinaria, adquire á temperatura do rubro-cereja uma molleza tal, que se pode cortar com uma serra ordinaria tão facilmente como o estanho. Em geral, a cohesão d'um corpo diminue á medida que a sua temperatura se eleva.

Cohesão dos liquidos — Os corpos solidos não são os unicos, em que se manifesta a cohesão: as moleculas dos liquidos, ainda que muito moveis, são comtudo retidas a certa distancia umas das outras por uma força de cohesão, cuja intensidade varia em cada um d'elles. Esta força de cohesão, muito sensivel em uma gota de mercurio pela resistencia que esta offerece a ser dividida em duas por uma pressão exercida na sua parte media, mais sensivel se torna ainda, quando approximamos duas gotas do mesmo metal; porque, assim que ellas se tocam por um ponto, reúnem-se immediatamente, e confundem-se em uma só. Em virtude d'esta força é que todos os liquidos em pequenas massas tendem a tomar a forma espherica, como se observa no orvalho sobre as folhas das plantas, nas gotas d'agua sobre um plano coberto de pó, nas de mercurio sobre um plano de vidro, &c. O achatamento que experimenta a gota liquida no ponto de contacto com o plano, sobre que

repousa, é devido ao peso d'ella; e d'aqui vem o achatar-se tanto menos, quanto menor é o seu volume ou a sua massa. Por onde fácil é de ver que a forma, que tomam os líquidos contidos em vasos, não é a que elles tomariam, se fossem isolados no espaço, e subtrahidos á acção de forças estranhas; que neste caso a sua forma seria espherica, e que em virtude do peso da massa liquida é que esta se amolda sobre as paredes do vaso, e toma uma superficie plana e parallelá ao horisonte.

Cohesão nos gazes — Nos gazes a força de cohesão é absolutamente nulla; bem longe de ser necessario empregar uma força para afastar as suas moleculas, é mister pelo contrario empregar-a para obstar ao seu afastamento. A tendencia de todos os gazes a expandir-se prova que as moleculas d'estes corpos obedecem a acção d'uma força repulsiva, que tende constantemente a afastal-as. Se um gaz fosse abandonado a si mesmo no espaço, expandir-se-hia indefinidamente em virtude d'esta força repulsiva; quando é contido em vaso fechado, obra contra as paredes do vaso com toda a energia d'esta potencia repulsiva. D'aqui a razão, porque os gazes occupam sempre toda a capacidade dos vasos que os encerra, e não teem forma propria, nem um volume fixo.

E' um facto de todos bem conhecido que a força de cohesão somente se manifesta a distancias inapreciaveis: ninguem ignora que, posto seja facil reduzir um corpo solido a pó, não o é comtudo reintegrar o mesmo corpo por uma simples approximação das suas particulas. A razão é porque estas particulas obtidas pela divisão mechanica, sendo muito volumosas e desiguaes, não podem ser tão approximadas, que as moleculas que as compoem, entrem na esphera de sua attracção reciproca. Se o corpo porem fôr bem pulverizado, e reduzido a particulas mui tennes, é possivel por meio d'uma forte pressão approximal-as a ponto tal, que fiquem formando por sua

reunião um corpo de certa solidez. Temos um exemplo d'isto na arte de fabricar os tijolos por meio da prensa hydraulica; a argilla redusida a pó fino, e tendo apenas a humidade que ella adquire naturalmente na officina, sendo submettida n'um molde á acção da prensa, fornece um tijolo d'uma certa consistencia e solidez.

Affinidade — Quando dois corpos se unem intimamente entre si formando um todo homogeneo, em que não é possivel distinguir a menor parcella dos principios componentes, nem separar estes principios por algum meio mechanico, diz-se que elles se combinam. O enxofre, por ex., é susceptivel de se unir chimicamente com os metaes a uma temperatura mais ou menos elevada, produzindo com elles um composto, a que se dá o nome de sulphureto de ferro, de cobre, de chumbo, &c., segundo o metal que entra na sua composição. A uma attracção entre moleculas de differente natureza attribuem os Chemicos a combinação, e para a distinguirem da cohesão, a designam pelo nome de affinidade, attracção de combinação ou attracção de composição. No exemplo citado, a cohesão do metal seria com elleito um obstaculo á sua combinação com o enxofre, se não houvesse uma força, em virtude da qual as moleculas do metal tendem a unir-se com as do enxofre: a esta força damos o nome de affinidade. A cohesão exerce-se entre moleculas homogeneas, a affinidade entre moleculas heterogeneas.

Da mesma sorte que a cohesão, a affinidade somente se manifesta a distancias inapreciaveis pelos nossos sentidos; parece porem que grande differença ha na energia d'estas duas forças, porque ao passo que as moleculas constituintes d'um composto não podem ser separadas umas das outras por meios mechanicos, as moleculas integrantes cedem facilmente á acção d'estes meios. Explica-se esta differença, suppondo que as moleculas constituintes

estão em contacto, ou pelo menos muito mais proximas umas das outras do que as moleculas integrantes.

### NATUREZA CHIMICA DOS CORPOS.

Desde a mais remota antiguidade os Philosophos tem feito diligencias para descobrir o principio ou a causa, de que depende a diversidade de propriedades que os corpos da Natureza nos apresentam. A Philosophia antiga, nos vôos audaciosos da sua metaphysica transcendente, inventou um grande numero de hypotheses sobre os principios da materia.

Não entraremos n'uma prolixa discussão á cerca dos elementos dos antigos Philosophos, faremos somente succinta exposição dos principaes systemas da antiguidade, para melhor fazermos sobresahir as vantagens da Sciencia moderna n'este ponto obscuro de Chimica philosophica.

Thales, este Patriarcha da Philosophia Grega, suppunha que a agua era um principio universal; que todos os corpos eram produzidos por esta substancia; e que os vegetaes e animaes não eram outra cousa mais, do que a agua condensada debaixo de formas especiaes.

Anaxagoras parecia antever, ha vinte e quatro seculos, a theoria da Chimica actual. Admittia a existencia de elementos indestructiveis, que podiam produzir todos os corpos, e que a continua decomposição e recomposição d'estes formavam esses movimentos eternos do mundo — geração — e morte; suppunha porem que o numero d'estes elementos não podia ser augmentado nem diminuido, o que estabelece uma profunda differença entre o systema d'este Philosopho e a theoria moderna.

Veio depois Aristoteles, que não viu em toda a Natureza, senão quatro principios, donde dimanavam todos os corpos, e este systema, em que se considerava

o ar, a agua, a terra e o fogo como elementos, foi adoptado quasi universalmente, e reinou com celebridade na Sciencia mais de vinte seculos.

Paracelso creou uma nova doutrina admittindo cinco elementos: o mercurio causa do cheiro e volatilidade; a agua principio da liquidez e insipidez; o enxofre origem da combustibilidade; o sal causa do sabor e solubilidade; e a terra principio da insipidez e insolubilidade.

A este systema succedeu o de Becher que não admittia senão dois elementos — a terra e a agua; e para facilitar a explicação dos phenomenos da natureza, dividiu a terra em vitrificavel, origem da solidez; mercurial, base dos metaes; e inflammavel, causa da combustibilidade.

Stahl imaginou a existencia d'um principio particular, a que deu o nome de phogistico, para explicar os phenomenos da combustão, e admittia tres elementos, o fogo, a terra e a agua.

Os interessantes trabalhos de Hales e Boyle vieram depois demonstrar a grande influencia do ar na natureza, e lhe concederam outra vez o privilegio de elemento; de maneira que nos fins do seculo 17.<sup>o</sup> se restituiu á doutrina de Aristoteles o seu antigo esplendor, que conservou, até que Lavoisier provou em suas brillantes experiencias a decomposição da agua e do ar. A um longo periodo de systemas e hypotheses, succedeu então uma nova era de verdades; ao imperio dos raciocinios e da imaginação dos antigos Philosophos sobreveio o dominio rigoroso e severo dos factos e das experiencias dos sabios modernos, que com a balança na mão avançaram triumphantes nas conquistas da Sciencia.

Os importantes descobrimentos da Chimica moderna demonstraram a composição dos suppostos elementos dos antigos Chemicos, e fizeram conhecer a falsidade de todos os seus systemas. É hoje um principio fundamental

em Chimica, que d'um certo numero de corpos elementares resultam todos os corpos da Natureza, e daqui nasceu a divisão geral dos corpos em simples e compostos. A observação dos phenomenos da Natureza, em que vemos os corpos ora augmentar, multiplicar-se e adquirir novas propriedades, ora diminuir, e mudar completamente de natureza, perdendo alguns de seus principios; a consideração de que a materia é immutavel, e de que nas suas variadas metamorphoses só soffre modificações, eis o que revelou aos Philosophos a existencia de duas especies de corpos — simples e compostos.

Chamam-se corpos simples aquelles que sendo submettidos á acção de todos os reagentes, e a todos os meios d'analyse conhecidos, não fornecem mais do que uma substancia.

Um corpo simples déve ser por tanto, um corpo homogeneo em todas as suas partes, e formado de moleculas da mesma natureza e com as mesmas propriedades, e por consequencia possuir uma natureza propria e particular a cada um, e propriedades distinctas uns dos outros. Fazendo depender a definição de corpo simples da ideia de corpo em geral, podemos dizer que corpo simples é todo aquelle, que nas suas reacções com outro corpos não pode senão augmentar de peso, e nunca diminuir; ou que forma sempre substancias mais pesadas. O cobre, por exemplo, terá sempre o mesmo peso em quanto se lhe não juntar novo corpo; mas combinando-se com outro, o producto que resultar terá peso maior.

Baudrimont propoë para esta classe de corpos antes a denominação de elementos chemicos que a de corpos simples, com o fundamento de que a sua simplicidade é uma verdade transitoria e dependente dos progressos da Sciencia; pois se até hoje ainda se não poderam decompor, mais perfectos meios de analyse podem por ventura um dia demonstrar a sua composição. A expressão — ele-

mentos chimicos parece-lhe preferivel, porque dá uma ideia mais clara e precisa da sua natureza, sem inculcar a sua simplicidade, servindo apenas para indicar o papel que representam na natureza como principios constituintes dos outros corpos.

Corpos compostos serão por tanto aquelles, que são formados de mais que um elemento, ou que podem pela analyse ser decompostos em substancias de differente natureza. Usando de raciocinio analogo ao que fizemos para os corpos simples, como faz Emilio Rousseau, podemos tambem dizer que corpos compostos são todos os que pela analyse podem diminuir do seu peso primitivo.

Atè ha poucos annos a esta parte parecia muito limitado, em relação aos corpos compostos, o numero dos elementos chimicos, pois se orçava apenas em cincoenta e dous: em 1844 porem já se contavam cincoenta e cinco: em 1844 cincoenta e sete, e hoje conhecem-se já sessenta e dous com os novos metaes recentemente descobertos, — o dydimio por Mosander, o ilmenio por Herman — o pelopio, e o niobio por Henri Rose, e o rutlenio annuciado primeiro por Ozaan, e isolado depois por Claus.

Os progressos da Sciencia parecem, por tanto, ir gradualmente destruindo a admiravel lei da simplicidade de causas na producção dos phenomenos da Natureza. A antiga crença de que um limitado numero de corpos elementares formava a immensa variedade de compostos do Universo, e que para a conceber bastava admitir differenças no peso e disposição molecular dos principios componentes, parece ser abalada cada dia pelas recentes descobertas dos Chimicos, e por esta ambição insaciavel dos observadores em suppor a existencia de novos elementos, como se os que se conhecem na Sciencia não fossem de sobejo para a explicação de todos os factos.

Os corpos simples existem espalhados pela Natureza em diversas proporções, tanto á superficie, como no

interior da terra. Uns muito abundantes constituem a maior parte dos compostos organicos e inorganicos, taes são — o oxigeno — o hydrogeno — o azoto — e o carbono : outros apenas se tem obtido em quantidade sufficiente para estudar as suas propriedades, como são o—yttrio, o tantalato e todos os metaes recentemente descobertos nas minheiras de platina.

Cosuma-se geralmente dividir os corpos simples em metalloides, e metaes. — A primeira classe consta actualmente de quinze, e o resto pertence á segunda.

### 5.<sup>a</sup> LIÇÃO.

**ÁCIDOS — DIFFICULDADE DE SUA DEFINIÇÃO — HAVERÁ LIMITES RIGOROSOS ENTRE ESTES CORPOS, E AS OUTRAS CLASSES DE COMPOSTOS? SUA NATUREZA E CONSTITUIÇÃO — IDEIAS DOS ANTIGOS — HYPOTHESES DE LAVOISIER DE DAVY E MURRAY — SUA CLASSIFICAÇÃO.**

**D**EPOIS de havermos dito o que se entende por corpos compostos, cumpre-nos tratar das suas diferentes classes, e occupar-nos-hemos especialmente dos acidos, das bases e dos saes.

Da-se em geral o nome de acidos a corpos d'uma composição variada caracterisados pelas seguintes propriedades: 1.<sup>o</sup> Um sabor picante e adstringente semelhante ao do vinagre — 2.<sup>o</sup> Acção sobre as cores azues vegetaes mudandô-as para vermelho. — 3.<sup>o</sup> Afinidade para as bases, formando com ellas compostos, a que se dá o nome de saes: 4.<sup>o</sup> Character electro-negativo nas suas combinações.

Examinando, porem, cada um dos termos d'esta definição, veremos que estão bem longe de distinguir com clareza e precisão esta numerosa classe de compostos. — O primeiro character não só não é geral, porque o sabor só é proprio de corpos solúveis na agua ou na saliva, e acidos ha insolúveis, v. g. o acido silicico e o borico; senão que é muito inconstante e variavel, porque ha acidos dotados d'um sabor fresco, suave e agradável, e outros d'um sabor caustico e corrosivo, v. g. o acido sulphurico con-

centrado — O segundo caracter carece tambem de rigor, já porque é necessario que os acidos sejam soluveis para reagirem sobre as cores azues vegetaes, já porque ha substancias acidas, que ou não tem acção sobre as ditas cores, ou as destroem completamente, como por exemplo o acido chlorieo. — Os dous ultimos caracteres teem mais algum valor, porque a experiencia mostra com effeito que os acidos teem a propriedade de se unir com as bases e que se sujeitarmos o producto desta combinação á acção da pilha voltaica, o acido procura sempre o polo positivo. Mas ainda assim estes dotes são insufficientes para distinguir os acidos das outras classes de corpos; porque ha saes, que se comportam como acidos nas suas combinações com outros compostos; no chlorureto de chlorureto d'ouro, por exemplo, é o chlorureto que faz o officio de acido, porque, em geral, n'um sal o acido tem uma composição mais complicada do que a base, e é o que se realiza no tri-chlorureto d'ouro em relação ao chlorureto hydrico ou acido chlorhydrico; ha tambem alguns acidos que combinando-se com outros, produzem compostos com a forma constituição e estabilidade das combinações mais bem definidas, taes são as combinações dos acidos oxygenados do enxofre com os acidos oxygenados do azoto, com o acido iodico &c. É o que demonstram os novos trabalhos de Millon, e Fremy, e as antigas previsões d'Humphry Davy. Na Chimica organica, da-se tambem o nome de acidos a compostos, cuja constituição é a mesma que a dos saes.

Uma das grandes difficuldades, que ha a vencer na definição dos acidos, é a sua distincção dos saes; porque um grande numero d'estes compostos se confundem ainda hoje com aquelles.

A constituição chimica dos corpos deve ser a base essencial para a sua distincção e classificação, e por conseguinte para que os acidos possam differenciar-se dos

saes, é mister, que elles possuam uma constituição molecular diversa.

Os acidos anhydros possuem na verdade esta condição, e podem reputar-se verdadeiros acidos, porque se unem directamente com as bases para formarem saes; mas os acidos hydratados e a maior parte dos acidos d'origem organica são antes verdadeiros saes, nos quaes a agua desempenha exactamente as mesmas funcções, que as bases ordinarias, porque nas suas reacções para formarem saes, a agua é substituida pelas bases n'uma quantidade chimicamente equivalente. A grande energia, com que alguns acidos conservam certa porção d'agua, que o calor não pode separar, faz-nos crêr que ella representa nestas combinações as funcções de um principio constituinte basico. Assim os Chemicos modernos consideram o acido sulphurico ordinario, ainda o mais concentrado, como um sulphato hydrico, porque contem uma equivalente d'agua. Graham considera a agua nas suas combinações com os acidos como uma base, e no seu interessante trabalho sobre o acido phosphorico admittre tres variedades deste acido, differindo entre si por um, dois ou tres equivalentes d'agua.

E que diremos dos hydracidos? Estes, ainda que apresentem os caracteres geraes dos oxacidos, isto é ainda que mudem para vermelho as côres azues vegetaes, e se combinem com as bases as mais energicas, falta-lhes comtudo o character essencial de se unirem integralmente com ellas. porque quasi sempre soffrem uma decomposição nas suas reacções sobre os oxydos metallicos; seu hydrogeno combina-se com o oxigeno da base, e forma a agua, e o seu radical produz com o metal um composto binario, a que Berzelio deu o nome de sal haloide. Quando se faz reagir os hydracidos sobre os metaes, estes vão substituir o hydrogeno, que se evolve, e formão-se compostos solidos da mesma ordem que os precedentes.

Por consequencia os hydracidos teem uma constituição molecular analoga á dos saes haloides; são compostos binarios da 1.<sup>a</sup> ordem da mesma sorte que os chloruretos, sulphuretos, &c. Estas considerações, são sufficientes para fazer vêr que o caracter fundamental, com que os Chemicos tem pretendido distinguir os acidos, isto é, a propriedade de se combinarem com as bases para formarem saes, só é verdadeiro em quanto se limita aos acidos anhydros, porque os outros teem antes uma constituição salina que uma constituição acida.

Se considerarmos agora a questão por outro lado, pondo de parte as ideias de Graham, e attendermos a outra ordem de factos, veremos que este caracter, que se tem reputado essencial para a distincção dos acidos, se estende tambem á agua nas suas combinações com os alkalis. Nos hydratos des'tas bases o que representa a agua senão o caracter de acido? — Não está ella unida por uma afinidade bem energica com os oxydos? — Foi Proust o primeiro que considerou a agua como um acido, e as bases que a contem em combinação intima, como v. g. a potassa e a cal, como hydratos.

Tambem se quiz definir acido — um composto de primeira ordem electro-negativo, que pode combinar-se com outro composto binario de primeira ordem electro-positivo — mas a isto pode objectar-se = 1.<sup>o</sup> Que um acido se combina com um sal — 2.<sup>o</sup> Que uma base forte pode substituir um acido n'uma combinação salina — 3.<sup>o</sup> Que o oxydo de chumbo se pode combinar com o oxydo de calcio — 4.<sup>o</sup> Em fim, que um sal pode unir-se com uma base, e portar-se absolutamente como um acido. Por onde é facil ver que, com quanto um dado corpo A possa formar uma combinação com uma base energica, nem por isso se pode concluir com certeza, que este corpo A seja um acido.

Consequentemente o termo de maior importancia na

definição d'acido carece do rigor e exactidão necessaria para lhe dar um verdadeiro valor. Por um lado é muito limitado, e não abrange todo o definido, e por outro comprehende mais. Aqui temos, pois, já um exemplo para demonstrar, quanto está ainda obscura a linguagem da Chimica, e quão arbitrarias são as suas definições.

Se agora do exame da palavra — acido — passarmos ao estudo da sua natureza e composição, maiores duvidas ainda encontraremos. Se descermos ás epochas remotas da Sciencia, acharemos as mais extravagantes ideias á cerca da natureza e origem dos acidos. Becher imaginou que — acido — era um composto d'agua e terra vitrificavel, e Sthal admittia es a doutrina, e alem disto ensinava que o acido sulphurico era o acido primitivo e universal gerador de todos os outros.

As prerogativas que Sthal attribua ao acido sulphurico, concederam-nas depois uns ao acido phosphorico, e outros ao acido carbonico. Porem de todas as opiniões dos antigos a mais notavel era a de Valerio, que reputava um acido como uma combinação de fogo com agua.

Todas estas hypotheses começaram a escurecer, quando a brilhante luz das experiencias de Lavoisier raiou no horisonte da Chimica.

Foi das suas observações sobre a combustão do phosphoro e do enxofre que Lavoisier partio para fundar a sua doutrina, e porque estes dois corpos, combinando-se com o oxygeno, adquiriam as propriedades dos acidos, e porque vira outros muitos compostos, dotados das mesmas propriedades acidas, e contendo todos um elemento commum; concluiu o illustre Chimico Francez que todos os acidos eram o producto da combinação de corpos combustiveis com o oxygeno, e que propriedades tão characteristics communs a todos estes compostos,

não podiam derivar senão da acção d'este elemento;

O oxygeno, por tanto, era o principio gerador de todos os acidos, e em todos elles havia dous principios; — a base acidificavel, a que Guyton de Morgeau deu o nome de radical, e o oxygeno ou principio acidificante.

Esta theoria, apesar de ser logo demonstrada falsa pelos trabalhos de Berthollet, foi comtudo uma ideia fecunda, e que revolucionou a Sciencia n'aquella epocha. Ao menos serviu de consignar nos annaes da experiencia os dous factos, que no mesmo entender de Lavoisier eram as descobertas mais interessantes que se haviam feito depois de Stahl, a fixação do oxygeno e o augmento de peso no producto da combustão.

Berthollet, um dos seus contemporaneos, começou a dar os primeiros golpes na doutrina de Lavoisier, demonstrando que um corpo dotado de propriedades eminentemente acidas, e sem conter oxygeno, resultava da combinação do chloro com o hydrogeno. Os progressos da Sciencia descobriram depois novos factos que vieram confirmar o que Berthollet já tinha começado a provar.

Os acidos sulphydrico, iodhydrico, e outros formados pela combinação de um metalloide com o hydrogeno vieram constituir a classe dos hydracidos em contraposição á dos oxacidos. Novas observações fizeram depois estabelecer uma nova classe de acidos, em que não entra nem o oxygeno, nem o hydrogeno como elementos acidificantes. Descobriu-se em certos compostos do chloro e do enxofre com outros corpos as propriedades essenciaes dos acidos. Citemos um exemplo: — O sulphureto de arsenico, combinando-se com o sulphureto de potassa, forma um composto que tem todos os caracteres d'um sal. E não deveremos nós admittir n'estes dous sulphureos as propriedades respectivas d'um acido e d'uma base? Este modo de combinação re-

vêla claramente que os metalloides podem fazer as vezes do oxygeno, e que os corpos simplicies combinados entre si produzem verdadeiros acidos.

A theoria de Lavoisier sobre a acidificação começou tambem a ser combatida pelos trabalhos de Sir Humphry Davy. O illus re Chimico Francez só concedeu as honras de principio acidificante ao oxygeno, e Davy pretendeu susentar que a agua intimamente combinada com os acidos era a origem e causa das propriedades acidas. Em tres razões fundava elle esta doutrina: 1.º que quasi todos os acidos contem uma certa quantidade d'agua, da qual se não podem separar, senão combinando-os com outros corpos: 2.º que a agua parece ser um principio necessario á constituição molecular dos acidos, porque longe de obstar ás suas combinações, antes as favorece; tanto assim que os corpos isentos absolutamente d'agua, reagem difficilmente uns sobre os outros á temperatura ordinaria: 3.º que certos saes desenvolvem immediatamente pela addição da agua propriedades acidas, taes são os chloruretos de phosphoro e de estanho.

Esta hypothese de Davy, que tanta celebridade lhe grangeou, e que lhe conquistou o titulo de um dos mais eminentes Chimicos do começo do seculo actual, para o que não pouco contribuiu o ser um dos primeiros a refutar as celebres doutrinas propagadas pelo immortal Lavoisier no fim do seculo passado, e que ainda brillavam sobre a campã de seu Author, foi depois modificada, e apresentada sob nova face. Neste novo systema estabelece-se que nos oxacidos a acidez não deve attribuir-se exclusivamente ao oxygeno, como pretendia Lavoisier, nem ao hydrogeno nos hydracidos, como suppunha Berthollet, nem á agua como principio constituinte, segundo as ideias de Davy. Este systema é o de Murray. Este Chimico suppõe que a maior parte dos acidos são compostos ternarios, resultantes da combinação d'um ra-

dical com o oxygeno e hydrogeno, mas que estes dous elementos não existem no estado de protoxydo d'hydrogeno, e fundava-se para isto na differença de phenomenos que se observam na reacção d'um acido sobre um oxydo ou sobre um metal. No primeiro caso ha desenvolução de agua, e no segundo somente de hydrogeno. D'este modo o acido sulphurico concentrado não será formado d'acido real e d'agua, mas deverá considerar-se como um composto d'oxygeno, d'enxofre, e de hydrogeno. Os acidos nitrico, phosphorico, oxalico, tartarico e outros deverão igualmente considerar-se como compostos ternarios. Suppunha por consequência que da acção reunida de todos estes principios elementares dependiam as propriedades acidas, e para chegar a esta conclusão, fundava-se em algumas observações das quaes a mais notavel era a seguinte. A acção conjuncta do oxygeno e hydrogeno produz a acidez em grau mais elevado do que quando qualquer destes dous elementos figura de per si só. — Exemplos — O enxofre forma com o hydrogeno um acido fraco, e com o oxygeno um acido, o qual ainda que seja d'uma força superior á do primeiro, não goza todavia de propriedades tão energicas, como o que resulta da sua união com ambos os elementos.

O azoto forma com o hydrogeno um composto, que bem longe de possuir propriedades acidas, goza das inteiramente oppostas. Com o oxygeno produz oxydos, e deve duvidar-se, diz Murray, se sem o concurso de hydrogeno pode constituir um acido isolado. O acido nitrico, composto mais permanente, e d'uma acção mais energica, é producto da união do mesmo principio com os dous elementos acidificantes.

Estas theorias, tanto a de Davy como a de Murray, que algumas Chemicos modernos hoje querem fazer reviver, parecem-nos destituidas de fundamento, e em contradição com os factos mais conhecidos da Chémica.

A primeira reforçada pelo genio sagaz e espirito philosophico de Dulong, constitue hoje a celebre theoria dos — hydracidos — tão venerada ainda por alguns auctores; e a segunda posto que mais abandonada, ainda hoje é ensinada pela seita dos que não admittem a predisposição molecular dos elementos nas suas combinações entre si, para formarem os corpos compostos.

Não faremos já o devido processo a estes systemas porque tal discussão terá mais cabimento depois de estudarmos, em geral, as outras classes de corpos compostos — as bases — e os saes — attendendo a que muitas reflexões que houveramos de fazer a respeito dos primeiros, tem applicação tambem aos outros.

Antes porem de passarmos a tratar das outras classes de compostos, convem saber a classificação dos acidos. — Uma das divisões mais antigas é a que distribue os acidos, segundo a sua origem. Assim tem-se dividido em dois grupos principaes — acidos inorganicos — e organicos.

A primeira classe é subdividida em tres ordens. A primeira comprehende os oxacidos, ou acidos compostos d'um radical e d'oxygeno. A segunda contem os hydracidos — produz os da união do hydrogeno com outros corpos. Na terceira são comprehendidos aquelles acidos em que não entra o oxygeno, nem hydrogeno, v. g. o fluorico, o fluo-silicico. &c.

A segunda classe compõe-se dos acidos vegetaes e animaes. Tambem se tem dado o nome de acidos binarios aos acidos mineaes, de ternarios aos vegetaes, e de quaternarios aos animaes.

Essas classificações são arbitrarías e imperfeitas, no estado actual da Sciencia, porque a principal vantagem d'uma classificação é reunir no mesmo grupo os corpos que apresentam maiores analogias em suas propriedades ou composição, e os methodos que acabamos de expor não saõ isfazem a esta condição.

Como se pode hoje estabelecer uma linha divisória bem distincta entre os ácidos organicos e inorganicos? Podem reputar-se v. g. os ácidos cyanidrico, cyanico, e ferro-cyanidrico, ácidos organicos, só porque na sua composição entram 5 elementos, isto é, hydrogéno, carbono, oxigéno, ferro, e azoto? O ácido bromo-benzoico em que serie se deverá collocar? E o ácido sulphurico? Ha hoje uma familia de ácidos, cujo numero augmenta consideravelmente com os progressos da Sciencia, e a que se pode dar o nome de ácidos complexos, que ficariam fóra d'estas classificações. São ácidos, que unindo-se com as bases, dão lugar a duas ordens de saes. Por exemplo, o ácido hypo-azotico, reagindo sobre a potassa, produz azotato e azotito de potassa. Os Chimicos modernos, e entre elles Mitscherlick, considera este corpo como um ácido composto, resultante da união do ácido azotico com o ácido azotoso.

O ácido chloroxicarbonico, que não é mais que o ácido carbonico, em que um equivalente d'oxygéno foi substituído por um equivalente de chloro, deverá reputar-se um ácido inorganico, ou organico?

Não apresenta o ácido mællitico uma certa analogia com o ácido oxalico? E todavia não se estuda o primeiro como um composto inorganico, e o segundo como organico? Vê-se pois que a divisão dos ácidos em organicos e inorganicos, ainda que fundada sobre a differença da sua origem, não pode sustentar-se tendo em vista somente a sua composição chimica. As expressões de binarios, ternarios e quaternarios são igualmente inexactas, não só porque se conhecem muitos ácidos mineraes com mais de dois elementos, como alguns já citados, e outros, taes como chlorosulphurico, azoto-sulphurico &c., senão que o epitheto de quaternario, applicado só aos ácidos animaes, é hoje um erro, por que o azoto tambem é um principio elementar, que entra na composição dos vegetaes. Modernamente tem-se

dividido os ácidos seguindo como norma unicamente a sua constituição molecular. — Uns, como Liebig, fazem tres classes. — Monobasicos — bibasicos — e tribasicos — conforme elles se combinam com um equivalente de base, com dous, ou com tres, para formarem os saes — Millon distingue os ácidos em — monoatomicos — polyatomicos — e hydricos. Será por ventura esta classificação a que está em mais harmonia com as theorias modernas sobre a constituição atomica dos corpos? Em todo o caso é mister confessar, quanto é difficil apresentar, no estado actual da Sciencia, um systema completo e philosophico á cerca desta classe de compostos, pela grande confusão que existe sobre seus caracteres distinctivos, e pela grande variedade de opiniões a respeito da sua verdadeira constituição molecular.

— 10 —  
6.ª LIÇÃO.

**BASES — DIFFERENTE SIGNIFICAÇÃO D'ESTA PALAVRA — DIFFICULDADE DE AS DEFINIR — SUA CLASSIFICAÇÃO — DIVISÃO EM OXYDOS METALLICOS, ALKALIS, E ALKALOIDES — O AMMONIACO DEVERÁ REPUTAR-SE UMA BASE *sui-generis* OU UM OXYDO METALLICO? — CAUSA DAS PROPRIEDADES BASICAS —**

**A** PALAVRA base teve ao principio uma significação muito generica; designava não só os alkalis, as terras e os oxydos metallicos, mas tambem os principios constituintes d'um acido e d'um oxydo.

Actualmente dá-se o nome de bases a certos oxydos metallicos susceptiveis, de se combinarem com os acidos para formarem saes, representando nestas combinações o papel de corpo electro-positivo, e de restituir a cor azul á tintura de tornesol avermelhada pelos acidos. Vê-se portanto que o caracter das bases é subordinado ao dos acidos; e sendo ainda objecto de tantas controversias a natureza d'estes ultimos compostos, não o deve ser meos a natureza dos primeiros. E de effeito, se analysarmos a definição, veremos quanto é vaga e imperfeita, e quão longe está de satisfazer ás necessidades da sciencia.

Em primeiro lugar, ficam fóra da definição o ammoniaco e as bases organicas, tanto animaes como vegetaes, assim como certos sulphuretos, chloruretos, ioduretos e outros compostos de primeira ordem que representam o papel de base, tanto em suas combinações com outros

compostos do mesmo genero, como com os hydracidos do mesmo radical. Por onde se vê que a composição chimica das bases é muito variavel, e não pode por conseguinte servir de caracter para as distinguir d'outros compostos que não funcçionam como bases.

O segundo caracter, fundado na propriedade de se combinarem com os acidos para formarem saes, não tem menores inconvenientes. Ha muito tempo que se conhecem oxydos metallicos, que segundo os corpos com que se combinam, fazem umas vezes funcção de base, e outras vezes d'acido; a alumina, por exemplo, representa o papel d'acido no aluminato de potassa, e de base no sulphato d'alumina: o oxydo de zinco está no mesmo caso; em combinação com os acidos funcçiona como base, e em combinação com outros oxydos, formando os compostos chamados zincatos, funcçiona como acido. Os recentes trabalhos de Fremy teem elevado á cathegoria d'acidos muitos oxydos metallicos, v. g., o trioxydo de ouro, bioxydo d'estanho, &c; de maneira que todos os dias se vai tornando mais difficil a linha divisoria entre acidos e bases. Nos sulphyratos de sulphuretos, chlorhydratos de chloruretos, e em geral em todos aquelles compostos que resultam da união directa do hydracido com compostos que contem o mesmo radical que elles, os hydracidos fazem umas vezes funcção de acido e outras vezes de base.

Se continuarmos a discorrer pelos outros caracteres, reconheceremos a mesma incerteza. O caracter electrico fóra optimo meio distinctivo, se tivesse constancia e permanencia; mas já vimos que um mesmo corpo se comporta umas vezes como base, e outras vezes como acido, segundo a natureza d'aquelle com que elle se combina. Por outra parte, se o caracter electro-positivo tivesse alguma relação com as propriedades basicas, as bases mais energicas seriam as mais electro-positivas, o que assim não succede;

a potassa e a soda, por exemplo, são debaixo da relação do character electrico as bases mais fortes, e o oxydo de prata uma das mais fracas, ao mesmo passo que as propriedades ehimicas d'esta, parecem constitui-la a mais energica de todas, porque substitue em muitos acidos a agua basica que a potassa e a soda não podem separar.

Em fim, a acção sobre as côres vegetaes depende da solubilidade das bases, e muitas há, que são insolueis, e por consequente incapazes de manifestar tal propriedade.

As bases tem sido divididas em oxydos metallicos, alkalis e alkaloides. Antigamente admittia-se alem d'estas, uma outra ordem de bases, a que se dáva o nome de terras, comprehendendo debaixo d'esta denominação, a cal, a baryta, a stronciana, a magnesia, &c. A descoberta porem dos radicaes metallicos d'estas terras as fez entrar na classe dos oxydos metallicos. Berzelio suppõe que o ammoniaco, uma das bases mais energicas que se conhecem, é um oxydo metallico, cujo radical é o ammonio; e como os outros alkalis inorganicos são oxydos metallicos, reputaram-se como synonymas as expressões, oxydos metallicos e alkalis, e reservou-se o nome de alkaloides para os alkalis organicos. Conforme a theoria que se adoptar sobre a composição do ammoniaco, assim deverá constituir uma base *sui generis* ou pertencer aos oxydos.

As propriedades basicas do ammoniaco são em grau elevado; combina-se com os acidos, substitue muitos oxydos metallicos, precipitando-os de suas dissoluções salinas, restitue a côr azul á tintura do tornesol avermelhada pelos acidos, muda para verde o xarope de violetas, e para vermelho a côr amarella de curcuma, produzindo estes dous ultimos phenomenos com muita energia, o que constatue uma propriedade commum a todos os alkalis. Estes characteres tornam o ammoniaco uma base analoga aos alkalis fixos; e como estes são oxydos me-

tallicos, pensam alguns Chimicos que o ammoniaco é tambem um oxydo d'um metal particular e desconhecido a que se dá o nome d'ammonio.

Depois da descoberta da composição dos alkalis fixos, Berzelio querendo verificar este facto importante, e tendo uma pilha muito fraca que não podia obrar sobre a potassa fundida e humedecida, vio-se obrigado a empregar o mercurio como conductor negativo, e então a decomposição se operou facilmente. Applicando depois este methodo ao ammoniaco, no qual presumia uma composição analoga á dos alkalis fixos, pareceu-lhe que um metal entrava tambem em combinação com o mercurio, formando um amalgama semelhante ao que se obtem pela decomposição dos alkalis fixos nas mesmas circumstancias.

Para fazer esta experiencia, procede-se da maneira seguinte: lança-se um pouco de mercurio em uma pequena capsula de vidro, e mergulha-se nelle a extremidade d'um fio de platina em communicação com o pólo negativo da pilha; lança-se depois sobre o mercurio ammoniaco liquido concentrado, e mergulha-se neste a extremidade do fio de platina que communica com o pólo positivo da pilha, de maneira que fique a uma linha de distancia da superficie do mercurio. Observa-se então uma desenvolução de gaz no fio positivo; passados alguns momentos uma desenvolução semelhante se manifesta no mercurio; este intumeece, toma uma consistencia butyrosa, e augmenta cinco ou seis vezes de volume. Quando se retira do circuito voltaico esta substancia, que Berzelio considera como um amalgama, converte-se ella rapidamente em ammoniaco e mercurio com desenvolução d'hydrogeno, e o mercurio volta ao seu volume e ao seu estado primitivo,

Por outro meio se pode obter tambem uma grande quantidade d'amalgama d'ammonio: forma-se em um pedaço de sal ammoniaco uma cavidade, humedecida

com agua, e colloca-se nella um globulo de mercurio; faz-se então communicar o mercurio por um fio metallico com o polo negativo da pilha, mergulha-se no sal humido o fio do polo positivo, e aproxima-se este fio quanto é possível do mercurio, sem contudo o pôr em contacto com elle; vê-se o mercurio augmentar de volume a ponto d'encher toda a capacidade da pequena capsula de sal ammoniaco. Esta experiencia tivemos nós occasião de fazer este anno no Gabinete de Physica da Universidade.

Quando se decompõe o ammoniaco sem a intervenção do mercurio, não se obtem mais do que hydrogeno e gaz azoto; mas basta que a extremidade do fio negativo seja amalgamada com uma camada mui delgada de mercurio para que o ammonio se deposite nelle, tomando a forma d'uma arborisação cristallina côr de chumbo, e que augmenta de volume até adquirir leveza sufficiente para se destacar do fio, e ir fluctuar á superficie do liquido, onde se converte rapidamente em ammoniaco com desenvolução de gaz hydrogeno, deixando um pequeno globulo de mercurio.

O melhor meio de preparar o amalgama d'ammonio consiste em formar uma pequena capsula de sal ammoniaco, humedecer ligeiramente com agua a sua face interna, e depositar nella uma gota d'amalgama de potassio; o amalgama d'ammonio começa immediatamente a formar-se. Quando este é saturado, tem uma côr de chumbo, é cristallino e mais leve do que a agua, e decompõe-se á superficie do liquido com desenvolução de calor e vapores; menos carregado d'ammonio, tem uma consistencia de manteiga, é de côr argentina, e cristallisa em cubos quando desce a temperatura a é ao ponto de congelação. O alcohol e o ether o decompõem mais rapidamente do que a agua; ha desenvolução de gaz hydrogeno e dissolução d'ammoniaco no liquido.

Até agora ainda não foi possível obter o ammonio

isolado, nem combinado com outro corpo que não seja o mercurio; e o amalgama que se obtem por meio da pilha, dura tão pouco tempo, quando deixa de fazer parte do circuito voltaico, que ainda se não pode submettel-o a experiencias satisfactorias. Agitado no ar atmosferico secco, este amalgama converte-se rapidamente em mercurio, gaz hydrogeno e ammoniaco; gazes que se desenvolvem tambem, quando se mergulha no petroleo ou no chloro liquido.

Duas são por tanto as considerações, que têm feito admittir a existencia do ammonio: é a primeira — a analogia que ha entre as propriedades do ammoniaco e as da patassa e da soda, assim como a que tem lugar entre os compostos do ammoniaco e os compostos correspondentes dos alkalis fixos — é a segunda — a semelhança do producto que se obtem, decompondo pela pilha electro-dynamica o sal ammoniaco em presença do mercurio, com o que resulta da decomposição da potassa e da soda nas mesmas circumstancias, o que faz erer, que tanto n'um como n'outro caso, o producto obtido é um amalgama de mercurio. —

Ha porem duas hypotheses sobre a natureza do ammoniaco. Na primeira suppõe-se que o ammoniaco é o oxydo d'ammonio, e que este é composto d'hydrogeno e do radical do azoto, chamado nitrico, e o azoto composto d'este radical e d'oxygeno. Para tornarmos isto mais claro, representemos o ammoniaco por  $Az\ H$ , e o nitrico por  $N$ ; teremos  $Az = NO$ , e por conseguinte  $AzH = NO + H = NH + O$ :  $NH$  representa o ammonio, e  $NH + O$  o oxydo d'ammonio. D'onde se vê, que para ser verdadeira esta hypothese, é necessario que, quando o ammonio se converte em ammoniaco pela oxydação, absorva tanto oxygeno, quanto é necessario para converter em azoto o nitrico que entra na sua composição; de maneira que sendo o ammoniaco decomposto a uma tempe-

ratura elevada, o nitrico absorve todo o oxygeno para se converter em azoto, e o hydrogeno é posto em liberdade.

Na segunda hypothese admitte-se que o ammonio é composto d'ammoniacco e hydrogeno, não differindo em sua composição do ammoniacco, senão por conter mais uma proporção d'hydrogeno; de sorte que, se representarmos o ammoniacco por  $AzH_3$ ; o ammonio será representado por  $AzH_4$ . N'este caso, para explicar a formação do amalgama d'ammonio, quando se decompõe pela pilha o ammoniacco em presença do mercurio, é necessario admittir que a agua se decompõe, que o seu oxygeno passa ao polo positivo, e que o hydrogeno, combinando-se com o ammoniacco no polo negativo, dá origem ao metal que se amalgama com o mercurio.

A primeira hypothese tem em seu favor todos os calculos fornecidos pela theoria das proporções chimicas, que indicam a mesma quantidade d'oxygeno no azoto, quer se tome por ponto de partida a capacidade de saturação do ammoniacco como base, quer a do acido azotico ou azotoso; mas tem contra si, o ser baseada em considerações puramente hypotheticas, porque até hoje ainda não foi possível decompor por algum meio o azoto, ou extrahir d'elle o oxygeno. A segunda, ainda que opposita á analogia directa do ammoniacco com os alkalis fixos, está mais em harmonia com os factos. A experiencia mostra que os acidos anhydros não formam sales com o ammoniacco, e que este não funciona como base senão em presença da agua; o que parece indicar que a agua transforma o ammoniacco de corpo indifferente, que é, em base alkalina, e eis aqui como isto se concebe. A agua decompõe-se; o seu hydrogeno, unido-se com o ammoniacco, forma o composto  $AzH_4$ , a que se dá o nome d'ammonio; este combinando-se com o oxygeno da agua decomposta, produz o oxydo d'ammonio  $AzH_4O$ , o qual se combina com os oxacidos do mes-

mo modo que os oxydos ordinarios, para formar os saes ammoniacaes. Já se vê por tanto que o ammoniaco, combinando-se com os hydracidos, deve formar compostos analogos aos chloruretos, ioduretos, bromuretos, &c.; não carecendo então da agua, porque o hydrogeno dos hydracidos transforma o ammoniaco em ammonio. Esta vantagem de dar ao chlorhydrato d'ammoniacaco, que segundo esta hypothese é o chlorureto d'ammonio, uma composição analogá dos chloruretos de potassio, de sodio, &c., é muito attendivel; porque torna mais simples a formula d'estes compostos, e n'uma sciencia tão vasta e complicada como a Chimica, não é de pouca importancia reunir debaixo do mesmo typo compostos analogos.

Estes factos parecem confirmar a existencia do oxydo d'ammonio; se reflectirmos porem sobre as consequencias d'esta hypothese, veremos que se podem suscitar contra ella as mais graves e serias objecções.

Em primeiro lugar poderíamos dizer que não é crível que um corpo composto, como é o ammonio, possa exercer as funcções d'um metal, que é em geral um corpo simples; mas a isto respondem os defensores da hypothese; que temos um exemplo analogo no cyanogeno, o qual representa um verdadeiro metalloide em todas as suas reacções chimicas.

Tambem não daremos muita importancia ao argumento que se funda na inconveniencia de se admitir a existencia d'um corpo, que ainda não foi isolado, nem conhecido no estado de liberdade. Esta objecção tambem não tem força, porque outros corpos ha, cuja existencia os Chemicos admittem, e que ainda se não obtiveram isolados; e para não irmos mendigar exemplos á Chimica organica, lembraremos o fluor e o acido azotico anhydro, que ainda se não obtiveram livres de suas combinações com outros corpos. Alem do que, porque o ammonio ainda se não obteve no estado de liberdade, não se e-

que que a sciencia um dia o não consiga. Não se tem annuciado a descoberta d'alguns metaes antes de se terem isolado de suas combinações com outros corpos? Não previo Lavoisier, guiado unicamente pela analogia, que os alkalis e as terras deviam de ser compostos d'oxygeno e de radicaes metallicos desconhecidos?

Se estas difficuldades porem não passam de duvidas, outras ha inteiramente insoluveis. Os saes d'alkalis organicos têm uma composição muito analoga á dos saes ammoniacaes, porque as bases organicas, semelhantes ao ammoniaco, offerecem tambem a particularidade de se não combinarem com os oxacidos anhydros. Se admittirmos pois, para explicar a constituição dos saes ammoniacaes, a existencia do ammonio, pela mesma razão deveremos admittir a existencia de tantos metaes compostos e desconhecidos, quantos são os alkalis organicos. Alem d'isto, para explicar por esta hypothese a formação do chlorureto d'ammonio, producto da combinação do ammoniaco com o acido chlorhydrico, é forçoso admittir que o hydrogeno se separa do chloro, com o qual se acha unido por uma grande affinidade, para ir combinar-se com um corpo, cuja affinidade para com elle, é tão fraca, que ainda até hoje não houve conseguir-se directamente a sua união.

Posto que de todas as questões de Philosophia Chymica as que dizem respeito á constituição molecular dos corpos, isto é, ao modo de combinação dos elementos, sejam as mais difficeis de resolver, porque não se conhece meios rigorosamente experimentaes de o demonstrar, parece-nos comtudo que os factos nos conduzem a admittir que o ammoniaco se combina directamente com os acidos, e é por conseguinte uma verdadeira base salificavel, embora a sua composição seja mui differente da dos alkalis fixos. Se o producto que se obtem, decompondo pela pilha galvanica o ammoniaco em presença do

mercúrio, é um hydrureto ammoniacal de mercúrio, como quer Thenard, ou um amalgama d'ammonio, como pretendem outros, suppondo que o hydrogênio se acha unido directamente com o ammoniaco, formando com elle um metal particular chamado ammonio, é o que não podemos affirmar; o que sabemos, é que este producto se compõe de mercúrio, ammoniaco e hydrogênio, e que estes corpos se acham unidos entre si por uma tão fraca afinidade, que immediatamente se separam, assim que o composto se retira da corrente voltaica. A analogia do ammoniaco com os alkalis fixos parece, em verdade, conduzir-nos a admittir a existencia do ammonio; mas, se uma ou mais analogias fossem sufficientes para affirmarmos a existencia d'um corpo, não faltariam rasões para augmentarmos com uma infinidade de corpos desconhecidos os nossos catalogos de Chimica. Para darmos, por exemplo, aos oxisacs uma composição analogá á dos saes haloides, bastaria suppor que na reacção d'um oxacido sobre um oxido, não é com esse que o acido se combina directamente, mas sim com o seu oxygeno para formar um corpo halogeno, que se une depois com o metal. Esta bella theoria, proposta por Davy, teria hoje tanto mais fundamento, quanto é certo que a Chimica reconhece actualmente muitos corpos compostos que representam em suas combinações o papel d'elementos, e contudo esta theoria tem sido rejeitada pela simples consideração de nos obrigar a admittir a existencia de muitos corpos hypotheticos e desconhecidos.

Entrámos n'esta discussão sobre a natureza do ammoniaco, não só, porque é objecto a que os Chemicos modernos consagram muito a sua attenção, mas tambem, porque convinha elucidar um ponto importante na classificação das bases salificaveis. Vê-se que esta expressão não é synonyma d'oxydo metallico, nem d'alkali, mas sim um termo generico, pelo qual se designam diferentes

gêneros de compostos. Nem todos os oxydos metallicos são bases, porque alem d'estes ha oxydos acidos, que são electro-negativos em relação a outros com os quaes se combinam; oxydos indifferentes, que se comportam umas vezes como bases, e outras como acidos; oxydos neutros, que não representam nunca o papel de base, nem d'acido; e oxydos salinos, compostos de dous, dos quaes um faz as funcções d'acido, e outro as de base. Nem todos os alkalis são oxydos metallicos, porque alem do ammoniaco, que é um composto de dous metalloides, temos os alkaloides ou alkalis organicos, que se compoem de carbono, hydrogeno e oxygeno, e alguns tambem d'azoto.

Poderiamos dividir as bases em mineraes ou inorganicas, e organicas ou alkaloides, e subdividir as primeiras em alkalis e oxydos metallicos; mas ainda assim não comprehenderiamos n'esta classe todos os corpos que gozam de propriedades basicas, porque os sulphuretos metallicos, os seleniuretes e outros compostos que não são oxydos, nem alkalis, e que pertencem á classe dos compostos inorganicos, representam o papel de base em certas combinações.

A causa das propriedades basicas tem sido em todos os tempos objecto de profundas e interessantes meditações dos Chemicos.

Quando Lavoisier attribuiu ao oxygeno as propriedades acidas, tambem Morveau considerou o hydrogeno como origem das propriedades alkalinas, fundando esta opinião em ser este elemento um dos principios constituintes do alkali volatil ou ammoniaco. Esta hypothese decahiu completamente depois que Davy reconheceu, que a potassa e a soda são oxydos metallicos, e por consequente compostos em que não entra o hydrogeno. Bastaria alem d'isto reflectir que este principio, combinando-se com o chloro, iodo, brome, fluor e cyanogeno, produz acidos, ou pelo menos, corpos que se portam como taes.

em certas reacções, para nos convencermos da falsidade da conjectura de Morveau. Não é por tanto do hydrogeno que resultam os propriedades basicas, assim como não é do oxygeno que dependem exclusivamente as propriedades acidas. Será porem o composto d'estes dous principios, ou a agua, a condição necessaria para se manifestarem aquellas propriedades? Assim pensou Murray, e assim julgam ainda hoje alguns Chemicos, como por exemplo Graham. Mais d'espaco discutiremos esta doutrina na seguinte lição.

---

## 7.ª LIÇÃO.

CAUSAS DAS PROPRIEDADES BASICAS — THEORIA DE GRAHAM — INFLUENCIA DA AGUA NAS PROPRIEDADES ALKALINAS — CRITICA D'ESTA OPINIÃO — IDEIAS DE ROBIQUET E DE GAY-LUSSAC — E' NO PRINCIPIO DO DUALISMO QUE ESTÁ TALVEZ A SOLUÇÃO DO PROBLEMA.

SAES.

DOCTRINA DOS ANTIGOS — DEFINIÇÕES DE LAVOISIER, DE BERZELIO, E DOS CHIMICOS MODERNOS — INSUFFICIENCIA DE TODAS ELLAS.

**A** INFLUENCIA da agua nas acções chimicas é poderosa e muito variada, e taes metamorphoses experimentam os corpos pela addicção ou subtracção d'alguas atomos d'este liquido, que muito tem dado que pensar estes phenomenos n'estes ultimos tempos.

A ideia de considerar a agua como causa das propriedades basicas teve a sua origem nas observações seguintes. Ha certas bases taes como o ammoniaco, e as bases organicas, que perdem a propriedade de formarem saes, quando reagem sobre acidos, anhydros, e sem a presença da agua. Certos oxydos metallicos dissolvem-se mais difficilmente nos acidos quando se lhes tem feito perder pela calcinação a agua que os constituia no estado de hydratos. Frémy descobrio, que quando se deshydrata por uma simples elevação de temperatura o protoxydo de cobre, preparado pela decomposição do protochlorureto de cobre por um carbonato alkalino, aquelle oxydo perde completamente a propriedade de formar

saes de pro'oxydo de cobre, e posto em contacto com os acidos transforma-se em cobre metallico e em bioxydo de cobre. Os interessantes trabalhos de Graham sobre os trez hydraos d'acido phosphorico mostram que, para produzir saes neutros, este acido se combina com quantidades de bases correspondentes ás proporções d'agua que elle contém; o que parece indicar que a agua em combinação com o acido phosphorico exerce as funcções d'uma verdadeira base. O que provam porém todos estes factos? Que a agua altera e modifica mais ou menos sensivelmente a affinidade das bases para os acidos; mas d'aqui a considerá-la como origem das propriedades basicas vai grande distancia. Não houvera menos razão para reputar a agua o principio da acidez; porque a observação mostra que muitos acidos, perdendo a sua agua de hydração, perdem tambem a propriedade de se combinarem com as bases. Além d'isto a experiencia mostra, que do mesmo modo que certos acidos anhydros, taes como os acidos borico, silicico, stannico &c. se combinam directamente com as bases, assim tambem certos oxydos metallicos perfeitamente seccos se combinam com os acidos sem intervenção da agua. Alem do que, segundo esta hypothese, a força alkalina devêra ser proportional ás quantidades d'agua d'hydratação, o que não está de accôrdo com os factos, que mostram que é necessaria uma maior quantidade de eal hydratada, para saturar uma dada porção de acido carbonico, do que d'oxydo puro de calcio. O mesmo phenomeno se observa na baryta, conforme as experiencias de Berthollet.

Em boa logica o mais que podemos concluir dos referidos factos é, que a agua tem a propriedade de dispôr as moléculas dos corpos de maneira a fazer-lhes adquirir propriedades novas; transpor os limites d'esta consequencia é transformar uma verdade d'observação n'uma hypothese arbitraria. As propriedades basicas proceem mais, talvez,

da forma e arrançamento particular das moleculas, do que da natureza chimica dos elementos, ou por outros termos, a causa é antes physica do que chimica. Quando dous elementos se reúnem para formarem um composto, a molecula integrante que resulta, possui uma forma differente da das moleculas constituintes. O oxygeno e o enxofre, que são insipidos, produzem um composto, o acido sulphurico, que tem um sabor caustico. A soda e o acido chlorydrico, que são excessivamente causticos, formam o sal commum, que tem um sabor salgado agradável. E de que dependerão estes phenomenos, se não é d'uma nova forma e disposição particular das moleculas do composto? Se a agua muda as propriedades de certos corpos não é porque transforme a sua natureza chimica, mas porque dispõe as suas particulas d'outra maneira, e lhes dá uma forma differente.

No grande principio do —Dualismo— está talvez a solução do difficil problema da Philosophia Chimica, qual é a explicação da causa das propriedades chimicas dos corpos; principio, que parece presidir a todas as combinações inorganicas, e que os Chemicos modernos se esforçam por applicar ás reacções complicadas da Chimica organica.

Na composição do alumen, por exemplo, entra oxygeno, hydrogeno, enxofre, aluminio, e potassio; mas consistirá o alumen na reunião confusa de todos estes elementos, na sua simples juxtaposição? Não o parece: tudo pelo contrario nos faz crer que estes principios se acham reunidos dous a dous, e que é por esta forma que elles constituem aquelle composto. Não antecipemos por em a discussão do grande e mysterioso problema da constituição molecular, que virá mais a pello depois de havermos tractado da natureza dos saes. Mas antes de passarmos adiante, não podemos deixar em silencio a celebre opinião de Robiquet, para explicar as propriedades al-

kalinas das bases organicas, que consiste em attribuir este phenomeno ao ammoniaco contido n'estes corpos. Fundava-se para isto especialmente nos factos seguintes. — 1.º Quando se submette uma d'estas bases em um vaso distillatorio á acção prolongada do calor, obtem-se ammoniaco ou saes ammoniacaes. — 2.º Quando se põe um alkaloide em contacto com a potassa caustica, e se submette á acção do calor, produz-se igualmente ammoniaco. Para conhecermos o pouco fundamento d'esta hypothese basta reflectir, que a maior parte das substancias azotadas apresentam os mesmos phenomenos, e nem todas são dotadas de propriedades alkalinas.

Gay-Lussac suppõe que o caracter basico dos oxydos metallicos é o resultado de duas propriedades oppositas, a propriedade alkalificante do metal, e a propriedade acidificante do oxygeno, ambas modificadas pela combinação ou pelas proporções. Esta ideia do illustre Chimico Francez comprehende-se no principio do dualismo, que explica as propriedades dos compostos pela modificação das qualidades dos elementos adquirida no acto da combinação. Agora que vamos tractar da constituição dos saes, teremos occasião de nos determos mais d'espaco na discussão destas doutrinas.

### SAES.

A palavra — sal — é muito antiga; deriva provavelmente da expressão que os Gregos empregavam para designarem algumas vezes o mar (*mare salsum*.)

Os antigos Chimicos faziam da historia dos saes uma sciencia particular que chamavam Halurgia, e davam o nome de sal a toda a substancia soluvel na agua. Outros suppunham que, alem da solubilidade, o sabor era tambem uma propriedade essencial, para se dever considerar como um sal, qualquer substancia; e davam por conseguinte

te o nome de sal a todo o corpo susceptível de se dissolver na agua, e de produzir no orgão do gosto uma sensação qualquer. E' facil de ver quanto era defeituosa uma tal definição, não só, porque abrangia n'uma só classe corpos inteiramente differentes, como acidos alkalis oxydos metallicos e muitos outros corpos, mas tambem porque negava as prerogativas de sal a compostos, que evidentemente as possuíam, taes como o sulphato o phosphato e o fluato de cal; de sorte que se applicava indistinctamente o nome de sal a um grande numero de corpos, cuja composição e propriedades não tinham muitas vezes a menor analogia. N'aquelles tempos ignoravam-se ainda os processos da analyse, e estudavam-se mais os corpos por seus caracteres exteriores do que pela sua composição chimica. E' por isso que antes de Lavoisier, um dos fundadores da Chimica analytica experimental, que introduziu n'esta sciencia o rigor da mathematica, a severidade da logica e a sublimidade da philosophia, se dava o nome de sal, a todo o corpo solido, crystallisavel, mais ou menos transparente, soluvel na agua e sapido.

Com os progressos da sciencia tornou-se tão vasta a classe dos saes, que Macquer e Guyton de Morveau fizeram ver a difficuldade que havia em os definir, e não julgaram possivel a sua classificação n'um grupo distincto confundindo-os com os acidos e as bases. Veio depois Lavoisier que tentou dar uma definição verdadeiramente chimica dos saes, e cabe-lhe a honra de ser o primeiro que neste, assim como em outros pontos da linguagem chimica, fez as mais brilhantes reformas. Lavoisier definia sal —um corpo formado pela combinação d'um acido com uma base, no qual se neutralizam mais ou menos as propriedades dos componentes. —Esta definição podia considerar-se como exacta n'aquella epocha, porque ainda se não conheciam os bydracidos, e suppunha-se

que todo o sal continha um oxacido e uma base. Depois que se conheceu que o sal commum, o sal conhecido desde a mais remota antiguidade, esse que tinha servido de typo e modelo a esta classe de compostos, não continha um acido, e era simplesmente um composto binario de primeira ordem, como os oxydos e os sulphuretos, ou se havia de abandonar a definição de Lavoisier, ou excluir da classe de saes, corpos que pelas suas propriedades não podiam ter outro nome. A alternativa não deixou os Chimicos por muito tempo em duvida. O sal commum foi restituído á classe dos saes, e com elle muitos outros compostos formados pela reunião de dous elementos, como são todos os que resultam da combinação d'um metal com o chloro, iodo, bromo e fluor. Foi Berzelio que propoz esta nova classe de saes, e para os distinguir dos saes propriamente ditos, formados pela união d'um acido com uma base, deu a estes o nome de saes amphidos, e áquelles o de saes haloides, e definiu sal—todo o composto cujos elementos, qualquer que seja o seu numero, neutralizam reciproca e completamente as suas propriedades electro-chimicas.—Mas esta definição parece-nos ter ainda mais defeitos que a de Lavoisier; ao menos esta tinha o merecimento de poder até certo ponto passar por verdadeira no tempo em que escreveu o seu Author, em quanto que a de Berzelio nem merece o nome de definição, porque carece das condições essenciaes, o ser clara, e comprehender só o definido. A de Lavoisier era uma interpretação practica dos factos, e uma representação fiel dos phenomenos em relação áquelle tempo; a de Berzelio é uma formula puramente theorica e conjectural, e tão geral, que não ha corpo algum composto, que se não possa chamar sal. Senão vejamos. Em primeiro lugar, é uma definição hypothetica, baseada sobre a theoria electro-chimica, cujo valor adiante discutiremos; mas ainda que fosse a expressão da verdade, conduz-nos a con-

sequencias taes, que a classe dos saes fica sem limites que a separem dos outros compostos. Os acidos, os oxydos, os alkalis, todas as especies de bases, até mesmo as ligas e todos os compostos da Chimica serão saes. Pois na theoria electro-chimica de Berzelio não é principio fundamental, que em toda a combinação ha neutralisação de electricidades oppostas? Se assim é, todo o composto resulta da união de elementos, cujas propriedades electro-chimicas se neutralizam mutuamente, e por consequencia todos os compostos chimicos devem reputar-se saes.

Berzelio suppõe, é verdade, que nos oxydos as propriedades electro-chimicas de seus componentes não estão neutralizadas completamente, e por consequencia não podem constituir saes; mas isto é annullar um principio indispensavel na theoria electro-chimica. Pondo porem de parte esta difficuldade puramente theorica, o que diria Berzelio dos oxydos indifferentes, que ora representam de bases na presença de acidos energicos, ora de acidos em contacto com bases fortes, como, por exemplo, os bioxydos de calcio, de stroncio &c.? E dos oxydos salinos? Que differença se pode estabelecer entre estes corpos e os saes? E demais, se os saes haloides são verdadeiros saes, não ha menos razão para que o sejam tambem os oxydos. Não ha maiores analogias entre os saes propriamente ditos e os saes haloides, do que entre estes e os oxydos, considerados tanto em relação á sua constituição chimica, como em relação ás suas principaes propriedades. Se certos chloruretos e ioduretos são soluveis na agua, tambem muitos oxydos o são, e assim como estes se unem com os acidos, para formarem saes, tambem os saes haloides não gosam menos desta propriedade. Estas razões parecem-nos de sobejo para reputarmos a definição de saes dada por Berzelio como insufficiente no estado actual da sciencia.

Outros Chímicos propozeram uma nova definição, e

deram o nome de sal—a todo o composto resultante da combinação de dous ou mais corpos binarios, e por consequencia um composto de segunda ordem, producto de compostos de primeira ordem.—Esta definição proposta por Dumás, parece estar mais em harmonia com os factos recentes da sciencia; é mais lata que a de Lavoisier, e não assenta em bases hypotheticas, como a de Berzelio; comprehende não só os oxysaes, mas tambem os chlorosaes, os sulphosaes, &c., os saes duplos, os compostos d'um oxydo com um oxysal ou com um sal haloide, como são os subsulphatos, e subacetatos de mercurio e de ferro, e os oxychloruretos de calcio, de mercurio &c., e em fim os productos da união de um oxysal com um sal haloide, como, por exemplo, do nitrato de prata com o cyanureto de mercurio, e do acetato de cobre com o chlorureto de mercurio. Esta definição acha-se adoptada n'um dos mais modernos tractados de Chimica, que é o de Pelouze e de Fremy.

Regnault denomina — sal — toda a combinação de dous compostos binarios, dos quaes um funciona como elemento electro-positivo ou base, e outro como elemento electro-negativo, ou acido. Os saes haloides não são comprehendidos nesta definição, e mui de proposito Regnault os excluiu, porque para elle estes compostos binarios não apresentam analogias com os saes, senão quando são soluveis na agua, e quando se submettem ás reacções chemicas no meio d'este liquido.

Não nos parecem, porem, ainda estas definições traçadas nos limites exactos e rigorosos da classe, que devem distinguir. Todos os saes haloides são verdadeiros compostos de primeira ordem, são corpos binarios, e muitos d'elles nem sequer resultam da reacção de dous compostos binarios de primeira ordem; obteem-se directamente pela união dos corpos simples que entram na sua composição, como é, por exemplo, o chlorureto de co-

bre. Não são por tanto os saes haloides comprehendidos n'esta definição, e assim perde ella por este lado o terreno que havia ganhado na determinação das combinações salinas que modernamente se vão descobrindo. E além d'isto o que deveram de ser, segundo esta definição os hydratos e os acidos hydratados? Verdadeiros saes, porque resultam da combinação de dous compostos binarios de primeira ordem. E os acidos duplos resultantes da união d'acidos mineraes entre si, como são os acidos sulphozotados, sulphoiodicos, &c? As recentes observações de Fremy e Millon demonstram que os acidos mineraes se combinam entre si em numero de dous e de tres e em proporções variaveis, e que estes compostos apresentam a forma, a constituição e a estabilidade das combinações mais bem definidas. Já Davy tinha admittido a existencia d'estas combinações complexas, formadas pela união do acido iodico com muitos acidos mineraes. No estado actual da sciencia é forçoso, por tanto, admittir alem de acidos binarios, muitos acidos compostos, formados pela reunião de acidos de radicaes differentes. Mas segundo a definição de Dumás, estes compostos não deviam pertencer á classe dos acidos; logo a definição não é rigorosa.

A' vista da difficuldade de definir os compostos a que se dá o nome de saes, deveremos banir esta palavra da sciencia, e consideral-a como um termo sem significação, sem sentido, e sem valor? Deveremos considerar todos os saes como compostos binarios analogos aos acidos e aos oxydos; ou todos os compostos chimicos deverão ser representados por uma verdadeira constituição salina?

Veremos na seguinte lição a importancia que merecem estas ideias.

## 8.ª LIÇÃO.

**A PALAVRA SAL DEVERÁ BANIR-SE DA CHIMICA?—INNOVAÇÃO EXTEMPORANEA—DIFFICULDADE DE DEFINIR RIGOROSAMENTE OS SAES—SAES NEUTROS ACIDOS E BASICOS—INSUFFICIENCIA DOS REAGENTES COLORADOS PARA AVALIAR A NEUTRALIDADE—CONSTITUIÇÃO CHIMICA DOS SAES—IDEIAS DOS ANTIGOS—DOCTRINAS DUALISTICAS DOS MODERNOS—SYSTEMA DOS QUE NEGAM A PREDISPOSIÇÃO MOLECULAR—SUA REFUTAÇÃO.**

VIMOS na lição antecedente que a classe dos saes, sobre mal determinada e mal definida, não está em harmonia com os principios da nomenclatura, nem com as leis da classificação, que exigem se reuna em um mesmo grupo sómente os corpos que teem a mesma constituição. Partindo d'estas considerações, Baudrimont propõe desterrar a palavra — sal — das paginas da Chimica; é esta porem uma innovação de tal ordem, uma reforma tão incompativel com a nomenclatura e theorias chemicas geralmente adoptadas, que nos parece por ora extemporanea. Não se transtorna com esta facilidade uma linguagem ensinada pela tradição, recebida nas escholas e nas academias, escripta nos livros e auctorisada pelo uso commum: dar um golpe tão fundo n'um monumento, que já conta seculos d'existencia, como é banir da nomenclatura chimica a palavra — sal —, parece-nos

por ora, uma devastação inutil, e uma prova grande de desamor por um passado tão glorioso. Para estudar uma Sciencia tão vasta como a Chimica, é mister classificar os objectos, de que se ella occupa; é mister dar a cada classe de corpos um nome que signifique ou sua constituição chimica, ou algumas propriedades que possam distinguil-os. A palavra — sal — está nestas circunstancias, e por consequencia deve conservar-se como um termo generico, para designar uma numerosa e importante classe de compostos. Na impossibilidade porem de os definir por um certo grupo de propriedades, que os caracterize, recorrem os Chemicos modernos ao modo de sua formação. Gerhard, que é hoje um dos innovadores mais ousado, e todo repassado da philosophia especulativa de Giessen, em cujo laboratorio foi estudar sob a direcção do maior Chimico Allemão, Liebig, e com elle Laurent e outros da nova escola, já não chamam á Chimica — a Sciencia das composições e decomposições —; denominam-na — a Sciencia das substituições, fundando-se em que, quando se destroe a composição de um corpo, regenera-se um outro, e n'esta metamorphose um ou mais elementos são substituidos por outros. E' n'esta conformidade e segundo estas bases, que Gerhard define sal — todo o systema molecular composto de duas partes, uma metallica e outra não metallica, que se podem substituir por dupla decomposição —.

O mais que podemos concluir de toda esta discussão é que no estado actual da Sciencia é muito difficil dar uma definição rigorosa e exacta de sal, porque os limites d'esta classe não estão ainda bem determinados. Mas este inconveniente encontra-se em todas as definições das Sciencias Naturaes; as divisões dos corpos em organicos e inorganicos, e a d'aquelles em vegetaes e animaes, não estão de melhor partido; porque nos pontos de contacto das duas series, as differenças desapparecem. Assim a

classe dos compostos forma uma extensa serie chimica, onde é muito difficil levantar marcos de separação entre os acidos, as bases e os saes. Mas porque se não sabe determinar ao certo, onde começa e onde acaba o grupo dos saes, hade banir-se esta expressão? um termo que o uso tem sancionado nas Sciencias, nas Artes e no Commercio? que está escripto em todos os laboratorios, em todas as officinas e fabricas, e em todos os catalogos de productos chimicos e drogas? O mesmo Baudrimont apesar de considerar a palavra sal como vaga, arbitraria, pouco philosophica, e em desharmonia com os conhecimentos actuaes da Chimica, não se atreve a fazer uma tal reforma, e encostando-se ainda á nomenclatura de Lavoisier considera como saes, sómente os compostos, que contem os elementos d'um acido real e d'uma base. Não comprehende por tanto, n'esta classe os saes haloides, porque são analogos aos oxydos, aos sulphuretos, e em geral a todos os compostos binarios de primeira ordem. Pela nossa parte nem recuaremos até Lavoisier, nem seremos apóstolos de innovações inuteis; seguiremos um meio termo. Reconhecendo a difficuldade de comprehender n'uma só definição todos os compostos, a que se dá o nome de saes, não deixaremos comtudo, d'incluir n'esta classe os compostos que resultam da união de um metal com alguns dos corpos, a que Berzelio deu o nome de halogenos, e que vem a ser o chloro, o iodo, o bromo, o fluor e o cyanogeno. Admittiremos assim as duas classes de saes — saes amphidos e saes haloides — para não aberrarmos da doutrina geralmente seguida.

A classe dos oxysaes é a mais importante, e a que melhor tem sido estudada. Distinguem-se estes em saes neutros, saes acidos ou sobre-saes, e saes basicos ou sub-saes. Deu-se em outro tempo o nome de saes neutros aquelles, em que as propriedades respectivas do acido e da base se acham completamente neutralizadas. Se lançarmos com precaução n'um acido, uma dissolução de uma base, observaremos que as

propriedades do acido e as da base desaparecem gradualmente, até que estes dous corpos percam o seu valor característico, e sua reacção sobre a tintura de tornesol; é então que se diz que o acido foi saturado pela base.

Pode avaliar-se a neutralidade de certos saes pelo emprego das substancias coradas que se modificam facilmente pela influencia dos acidos ou das bases. A tintura de tornesol, o xarope de violetas, a dissolução da materia colorante do pau campeche ou hematina, a curcuma &c., todos estes reagentes costumam ser empregados para reconhecer a neutralidade de um sal. A tintura de tornesol é o mais empregado. Para melhor comprehendermos a sua acção, convem saber a sua composição. O tornesol azul deve ser considerado como um verdadeiro sal, resultante da combinação de uma base com um acido que é vermelho.

Quando se lança um acido na tintura de tornesol, esta torna-se rubra, porque o acido apodera-se da base que se acha unida com o acido especial da tintura, e este posto em liberdade manifesta então a cor que lhe é propria. Se lançarmos depois uma dissolução de qualquer base na tintura já avermelhada pelo acido, a base combinar-se-ha com o acido proprio da tintura, e esta adquirirá novamente a cor azul. Effeitos semelhantes tem lugar, quando se lança na tintura a dissolução d'um sal acido ou basico: no primeiro caso o sal cede á tintura uma porção do seu acido, porque este sendo em excesso, não se acha completamente neutralizado pela base: no segundo caso o sal contem excesso de base, e é uma porção d'esta que elle cede ao acido da tintura.

O emprego dos reagentes corados era antigamente o unico meio que se empregava para avaliar a neutralidade de todas as especies de saes. Dizia-se que um sal era acido, quando avermelhava a tintura de tornesol,

como por exemplo o bi-sulphato de potassa; que era basico, quando restituia a cor azul á tintura de tornesol avermelhada pelos acidos, e mudava para verde o xarope de violetas, ou avermelhava o papel de curcuma, como por exemplo o sub-acetato de chumbo; e que era neutro, quando não tinha acção sobre a tintura de tornesol, nem sobre o xarope de violetas, como o sulphato de potassa ou de soda. Este meio de avaliar a neutralidade tem muitos inconvenientes; porque, sendo a neutralidade uma propriedade puramente relativa, e tanto mais pronunciada, quanto maior é a afinidade entre o acido e a base, pode haver saes, que não obstante serem neutros, avermelhem a tintura de tornesol, ou mudem para verde o xarope de violetas, e outros, que sendo acidos ou basicos não produzam estes effeitos; pode até acontecer que as indicações dadas pelos reagentes corados sejam contradictorias, isto é, que um sal seja neutro relativamente a tal reagente, e acido ou basico em relação a outros, como por exemplo, o azotato e acetato de chumbo que tornam vermelho o tornesol, e mudam para azul a hematina.

Ha porem certos saes, cuja neutralidade pode ser bem determinada pelos reagentes corados, taes são os formados pela combinação da potassa soda e ammoniaco com os acidos sulphurico, azotico, acetico, oxalico, tartarico, citrico &c., e em geral todos os que resultam da combinação d'um acido energico com uma base igualmente energica. Todas as vezes que um d'estes saes dissolvido na agua não manifestar reacção acida nem alkalinica sobre as cores vegetaes, podemos ter a certeza de que não resta no liquido quantidade alguma de acido ou de base por saturar. Não acontece já assim, quando o sal é formado pela combinação d'um acido forte com uma base fraca, ou vice versa, d'uma base forte com um acido pouco energico. Assim o acido sulphurico, que forma

com a potassa soda e ammoniaco sulphatos neutros aos reagentes corados, não produz senão sulphatos acidos, unindo-se com a alumina, oxydo de ferro, e oxydo de cobre, que são bases muito menos energicas que os alkalis. O acido carbonico, que produz com a cal um carbonato que não tem reacção sobre as côres vegetaes, combinado com a potassa soda ou ammoniaco, não produz senão saes que teem uma reacção alkalina sobre as mesmas materias colorantes.

A composição era por tanto o único meio d'estabelecer a neutralidade dos saes; porque a composição dos saes é sujeita a certas leis constantes e invariaveis. Supponhamos que diversas bases são susceptiveis de se combinarem cada uma em tres proporções differentes com o mesmo acido, e consideremos as tres series de saes que d'aqui resultam; acharemos pela analyse que em todos os saes da mesma serie ha a mesma relação entre a quantidade d'oxygeno do acido e a quantidade d'oxygeno da base. Ora, é evidente que se supposermos neutro um dos saes d'uma d'estas series, como neutros deveremos tambem considerar todos os saes da mesma serie, qualquer que seja a sua acção sobre as côres vegetaes. Se houver por tanto entre os saes d'um genero um, cuja neutralidade possa ser bem determinada pelo emprego dos reagentes corados, a composição d'este servirá de termo de comparação para determinar a neutralisação de todos os outros saes do mesmo genero. Se soubermos, por exemplo, que no sulphato neutro de potassa ou de soda, a quantidade d'oxygeno contido no acido é para a do oxygeno contido na base como 3 : 1, consideraremos como sulphatos neutros todos aquelles, em que houver esta mesma relação, embora apresentem uma reacção acida ou basica sobre a tintura de tornesol. O que dizemos dos sulphatos applica-se a todos os outros generos de saes. Se acharmos que ha um azotato de potassa que não tem

acção sobre as côres vegetaes, e que n'este azotato a relação entre a quantidade do oxygeno do acido e a da base é de 5 1, chamaremos neutros todos aquelles azotatos, em que se der esta mesma relação entre a quantidade do oxygeno do acido e a da base. Em geral, todas as vezes que um acido for susceptivel de se combinar com uma base em tres proporções, dando origem a tres saes, dos quaes um exerça uma reacção acida sobre a tintura de tornesol, outro uma reacção basica, e o outro nenhuma reacção, poderemos considerar este como um sal neutro. Determinando depois pela analyse a relação entre a quantidade d'oxygeno do acido e a da base neste sal, chamaremos neutros todos os saes do mesmo genero, em que houver a mesma relação. Os saes acidos serão os que contiverem mais acido do que o sal neutro, e saes basicos os que contiverem menos.

Postos estes principios preliminares sobre a definição, classificação, e neutralidade dos saes, passemos a discutir a sua constituição chimica, um dos problemas mais difficeis da Philosophia Chimica, e a que modernamente se tem ligado muita importancia.

Se hoje ha grande diversidade de theorias á cerca da natureza chimica dos saes, não era menor a dos antigos Chemicos. Sthal considerava o acido vitriolico como a unica substancia essencialmente salina, a qual combinando-se com os outros corpos formava todos os saes conhecidos. Outros, como Macquer, supunham a agua e a terra os principios constituintes de toda a materia salina, e este systema foi depois modificado, acrescentando-se áquelles principios o ar e o fogo.

Veio depois Lavoisier, o qual guiado pelas descobertas eminentes d'outros Chemicos, e ajudado pelos outros reformadores da nomenclatura chimica, propoz a sua nova doutrina, na qual se admite, que todo o sal resulta da combinação directa e immediata d'um acido

com uma base; assim no sulphato de chumbo deve haver acido sulphurico, e oxydo de chumbo, unidos directa e immediatamente entre si.

Depois da descoberta dos saes haloides, a que esta doutrina não podia applicar-se, Davy, o grande competidor do Chimico Francez, querendo reduzir a uma lei geral a composição de todos os saes, suppoz que os saes amplidos são formados pela união directa d'um metal com um corpo que faz as funcções de corpo halogeno, e por consequente compostos binarios analogos aos chloruretos, ioduretos &c. Para estabelecer esta doutrina, Davy partiu da hypothese fundamental, — que todos os acidos são hydracidos, e que na sua combinação com as bases, o radical d'estas substitue o hydrogeno. —

Em opposição a esta hypothese de Davy appareceu outra d'um Chimico Francez, Longchamp, o qual em vez de suppôr, que o acido anhydro se apodera do oxygeno da agua ou da base para formar um novo corpo que se combina com o metal, estabelece o raciocinio contrario, isto é, que a base é que rouba oxygeno ao acido; de maneira que o sulphato de chumbo será um composto d'acido sulphuroso e de bioxydo de chumbo.

Em fim em uma nova hypothese, proposta por outros Chimicos, nega-se a predisposição molecular, e admite-se que, quando dous compostos binarios se combinam para formarem um sal, decompõem-se nos seus elementos, e estes reunidos depois em um novo grupo molecular constituem o sal; de maneira que o sulphato de protoxydo de chumbo não é um composto d'acido sulphurico e de protoxydo de chumbo, mas sim um composto d'oxygeno, d'enxofre e de chumbo. Por esta simples exposição das theorias modernas á cerca da constituição dos saes, se pede ver o estado de incerteza e confusão, em que ainda está a sciencia a respeito de tal

questão. Para seguirmos porem alguma ordem na critica d'estes differentes systemas faremos a seguinte classificação.

1.º Haverá predisposição molecular nos saes? — 2.º Provado que a haja, qual é a sua constituição mais provavel? Será a proposta por Lavoisier, a admittida por Davy, ou a estabelecida por Longchamp?

Um sal não pode ser considerado como um composto de corpos elementares, sem que estes formem entre si combinações distinctas e especiaes, das quaes resulta o grupo complexo salino. O sulphato de cobre, por exemplo, contem enxofre, oxygeno, e cobre; mas estes elementos não podem estar dispostos ao acaso n'este composto: temos provas as mais convincentes, de que elles existem no estado d'acido sulphurico, e de oxydo de cobre. Temos signaes, que nos ensinam a reconhecer a natureza das combinações preexistentes n'um composto qualquer. Estes signaes são deduzidos das reacções que o calor, a electricidade, as bases, os acidos, e a agua podem produzir. Ora a applicação d'estes meios auctorisa-nos a considerar o sulphato de bioxydo de cobre como o resultado da união do acido sulphurico com o oxydo de cobre e com a agua. Este sal, que é d'uma bella côr azul, exposto a uma temperatura elevada de 200 graus, transforma-se em um pó quasi branco de sulphato anhydro, o qual recupera a côr azul quando se dissolve na agua. A uma temperatura ainda mais elevada decompõe-se completamente em acido sulphurico anhydro e bioxydo de cobre. Pela acção do calor demonstra-se por tanto que os elementos do sulphato de cobre estão sujeitos á lei do dualismo, isto é, que estão reunidos entre si formando um composto binario de segunda ordem. A mesma consequencia se deduz do estudo da acção das bases sobre este sal, porque as bases fortes separam o oxydo de cobre. O que dissemos d'este sal, applica-se aos outros; d'um sal duplo hydratado, por exemplo, se-

para-se primeiramente a agua, e obtem-se sal duplo secco, depois isolam-se os dous saes, e em cada sal separam-se o acido e a base. A experiencia mostra que o cobre metallico não se pode combinar com o acido sulphurico, senão quando este se decompõe em parte e cede o seu oxygeno ao metal. Para produzirem o sulphato de cobre, o enxofre e o cobre precisam por tanto de se oxydarem, e exigem as condições necessarias para a formação do acido sulphurico e do oxydo de cobre.

A theoria electro-chimica está em harmonia com a ideia da predisposição molecular; não será facil conceber os phenomenos da decomposição dos corpos, sem se admittir um modo particular de combinação dos elementos associados em grupos binarios, que successivamente se reúnem uns aos outros, para formarem um corpo de uma composição mais complicada. A ordem, em que a pilha separa os diversos corpos que constituem o sal duplo hidratado, no exemplo já citado, está exactamente de accôrdo com o valor das diferenças que medem a sua afinidade, e è exactamente a inversa d'aquella, que elles seguiram na formação da molecula composta. O oxygeno, que é o corpo mais electro-negativo, combinando-se com o enxofre, forma o acido sulphurico, que conserva um excesso de electricidade negativa, e é isto que lhe permite combinar-se com a alumina; o sulphato de alumina ainda representa de corpo electro-negativo, combinando-se com o sulphato de potassa, porque ainda lhe resta um excesso de electricidade negativa, o qual diminue ainda mais na união do sal duplo com a agua. Attendendo pois a esta progressão, os compostos de primeira ordem serão combinações mais estaveis e mais fortes do que a reunião d'estes para formarem um composto mais complicado, e effectivamente a decomposição pela electricidade separa primeiro aquelles que estão reunidos por uma afinidade mais fraca.

Vê-se pois que a harmonia que preside á união molecular dos corpos entre si, não só é explicada pela theoria, senão que é demonstrada pela experiencia. Por consequencia a hypothese dos Chimicos, que consideram um sal como um grupo de elementos sem ordem alguma no seu modo de combinação, é infundada e opposita á theoria e aos factos mais importantes da Sciencia. Mas não param aqui os seus defeitos, conduz tambem a consequencias erroneas e absurdas de tal ordem, que bem se vê quanto é falso o principio. A lei das proporções definitas fôra inexacta nesta hypothese, porque o sal duplo de que já fallamos, em lugar de ser um composto definido, isto é, em que os seus componentes estão unidos em certas e determinadas proporções, e estas n'uma relação simples, será um composto informe d'oxygeno e d'hydrogeno em proporções fôra do commum com o potassio enxofre e aluminio. Traduziremos melhor o nosso pensamento, usando das formulas chemicas d'este composto nos dous systemas. Em vez da formula  $SO_3 KO + 3SO_3, AL^2 O^3 + 24 H^2 O$ , que representa o alumen de base de potassa, este composto teria a formula seguinte  $KA_{12} S^4 H^8 O^{40}$ —isto é, em lugar de ter uma formula racional, teria uma formula bruta propria do tempo da infancia da Sciencia.

Demais, como é possível conceber n'um composto a existencia de elementos assim separados sem formarem grupos moleculares entre si? Para isto se admittir, fôra mister negar-lhe as suas affinidades respectivas, e suppor que o potassio, que tem tão grande affindade para o oxygeno, fica impassivel em presença d'elle sem formar o protoxydo de potassio. Parece-nos por tanto que tal systema não só é destituido de fundamento, e carece de razões solidas em que se funde, senão que é inutil e prejudicial aos progressos da Chimica.

Uma theoria em Chimica, para representar e clas-



## 9.ª LIÇÃO.

ADMITTIDA A PREDISPOSIÇÃO MOLECULAR, QUAL DAS HYPOTHESES SERÁ PREFERIVEL, A DE LONGCHAMP, A DE DAVY, OU A DE LAVOISIER? — DEFEITOS DA DOCTRINA DE LONGCHAMP — PARALLELO DAS THEORIAS DE DAVY E DE LAVOISIER SOBRE A CONSTITUIÇÃO DOS ACIDOS E DOS SAES — CREDITOS E BELLEZAS DA THEORIA DE DAVY — SUA CRITICA — ESTÁ EM OPPOSIÇÃO COM OS FACTOS E COM AS OBSERVAÇÕES DA THERMOCHIMICA — ERROS A QUE CONDUZ.

**D**EMONSTRAMOS na lição antecedente a probabilidade, para não dizermos certeza, da predisposição molecular na combinação dos elementos entre si para formarem os compostos a que se dá o nome de saes. Analysaremos agora as differentes interpretações, a que a constituição dos saes ainda pode estar sujeita, admittida a predisposição molecular.

Uma das hypotheses mais celebres que se tem proposto sobre a constituição dos saes, não tanto pelo engenho que prezidiu á sua concepção, nem pela felicidade com que explica os factos, como por constituir uma proposição contraria á de Davy, é a de Longchamp. Na opinião d'este Chimico os saes não são compostos do acido e da base que serviram para a sua formação, mas d'um outro acido em menor grau d'oxygenação, e d'outra base mais oxydada pelo roubo que esta faz áquelle d'uma certa quantidade d'oxygeno. Assim o sulphato de chumbo não é

um composto de protoxydo de chumbo e de acido sulphurico, mas de bioxydo de chumbo e de acido sulphuroso; o sulphato de potassa do mesmo modo deverá considerar-se composto de acido sulphuroso e de peroxydo de potassio; e o mesmo se dirá dos nitratos e dos outros oxy-saes. Segundo esta hypothese, os acidos sulphurico e nitrico hydratados serão compostos dos acidos sulphuroso e nitroso e d'agua oxygenada, e poderão considerar-se como typos dos sulphates e nitratos.

Um exame bem facil nos fará descobrir todos os erros a que tal ideia nos levaria, e as consequencias absurdas que d'ella se seguiriam.

Não é possivel que os dous sulphatos que citamos, sejam constituídos segundo a hypothese de Longchamp; porque nem o acido sulphuroso pode existir em presença do bioxydo de chumbo, sem lhe roubar oxygeno, e passar ao estado d'acido sulphurico, nem o bioxydo de chumbo é capaz de se combinar com os acidos para formar saes. O sulphato de potassa tambem não pode suppôr-se um composto d'acido sulphuroso e de peroxydo de potassio; porque para isto fôra necessario que este oxydo contivesse somente dous equivalentes de oxygeno, quando elle contem tres. E com effeito como o acido sulphurico contem tres equivalentes de oxygeno e o sulphuroso dous, para que o primeiro se transformasse no segundo era mister que cedesse só um equivalente d'oxygeno ao protoxydo de potassio, e este não poderia então mudar para peroxydo.

A composição dos saes d'antimonio fôra igualmente um mysterio incomprehensivel n'este systema, porque seria forçoso admittir, que a base d'estes saes não é o protoxydo d'antimonio, mas um oxydo d'antimonio com maior quantidade d'oxygeno, do que o necessario para constituir o acido antimonico. As mesmas difficuldades apparecem no sulphato de sesquioxydo de manganez; porque segundo a



hypothese de Longchamp é forçoso que este sal seja composto de acido sulphuroso e de acido manganico, e teriamos aqui um exemplo bem excepcional de um acido mais forte fazer as vezes de base em presença d'um acido mais fraco; além do que são dous acidos, que não podem existir em presença uma do outro, porque o acido sulphuroso reduz o acido manganico ao estado de protoxydo de manganéz.

E' tambem facil de ver que, para explicar por esta hypothese a constituição do sulphato d'alumina, é necessario admittir um oxydo d'aluminio desconhecido, e cuja existencia é puramente hypothetica, e que a mesma cousa tem lugar na maior parte dos saes; de maneira que para representar a constituição dos saes, é necessario admittir um grande numero de corpos desconhecidos unicamente tilhos da imaginação; a cada oxydo deve corresponder um corpo contendo o duplo do oxygeno, e para todos os acidos devem existir compostos contendo um equivalente de menos d'oxygeno. As formulas da constituição dos saes representariam, por tanto, corpos cuja existencia é real, e outros perfeitamente fantasticos. Esta objecção parecerá talvez de pouco valor áquelles que souberem o estado a que tem chegado a Chimica organica pelos trabalhos de Liebig, de Berzelio, e d'outros. Contam-se já centenas de corpos puramente hypotheticos, para explicar as reacções da Chimica organica, e diz Gerhard, que se fizermos uma conta exacta dos corpos hypotheticos inventados pelos Professores de Stocholmo e de Gies-en e pelos seus discipulos, acharemos que o seu numero excede muito o dos realmente existentes; bastará lembrar que se tem inventado quasi para cada corpo um radical particular, e para este radical, oxydos, chloruretos &c. Estas reformas, que dentro em pouco tornarão a Chimica uma Sciencia nova para quem a estudou já ha alguns annos, provocára ainda ha pouco, na Academia das Sciencias de Paris, um dito bem chistoso



a Laurent — que o fim da Chimica actual parecia ser o de estudar corpos que não existem, e propriedades de outros que não podem existir—. Este dito de Laurent tem toda a applicação á hypothese de Longchamp.

As considerações que temos feito são sufficientes para mostrar, que a doutrina de Lavoisier sabe triumphante, quando se põe em parallelo com a de Longchamp. Mas terá ella igual sorte se a compararmos com a doutrina de Davy? E' o que vamos examinar.

Para Lavoisier um acido é um composto, que resulta da união de dous corpos binarios, que são a agua, e um composto oxygenado que representa o verdadeiro acido anhydro. Quando se faz reagir um acido hydratado sobre uma base, a agua é eliminada e substituida pela base, e resulta d'aqui um composto que tem o nome de sal. O acido hydratado será por tanto o typo salino do genero; e substituindo a agua pelas differentes bases, formam-se todas as especies pertencentes a este genero. N'esta hypothese o sal neutro não differe do acido hydratado senão pela substituição da molecula de um oxydo á molecula da agua.

Esta doutrina seduz por sua simplicidade; mas a descoberta d'acidos compostos d'um radical e d'hydrogeno obrigou os Chímicos a admittirem dous generos distinctos de acidos — os oxacidos e os hydracidos—. A theoria de Davy tem por fim representar estas duas classes de compostos pelo mesmo typo, considerando todos os acidos como hydracidos analogos ao acido chlorhydrico.

Uma das principaes considerações que levou Davy a estabelecer a sua theoria foi a não existencia d'acidos anhydros, na epocha em que elle escreveu, o que lhe fez crer que a agua era um corpo essencial á constituição de todos os acidos. A descoberta dos hydracidos, para a qual tanto contribuíram os seus trabalhos, fazendo-lhe nascer o desejo de reunir, debaixo de uma mesma for-

mula a constituição de todos os ácidos; o espirito de opposição, que o dominava contra as doutrinas de um digno competidor, o immortal Lavoisier, tudo concorreu para aquelle genio eminente crear o seu novo systema, systema que adquiriu verdadeira celebridade, por explicar grande numero de factos, e reduzir a um mesmo typo a composição dos saes haloides e dos oxysaes. Os chloruretos e os sulphatos, por exemplo, são nesta hypothese compostos da mesma ordem, e tendo iguaes direitos á denominação de sal.

A decomposição do chlorato e do iodato de potassa, a uma alta temperatura, em oxygeno e em chlorureto e iodureto de potassio, levou Davy a concluir que o potassio não existe n'estes saes no estado de oxydo. Partindo d'este facto estabeleceu a sua theoria á qual veio depois dar grande força e valor o conhecimento da differença de propriedades que apresentam os compostos de acido sulphurico e sulphuroso com o ammoniaco na presença ou na ausencia da agua; porque quando se fazem reagir os ácidos sulphurico ou sulphuroso anhydros sobre o ammoniaco secco, os saes que resultam não offerecem nem as propriedades geraes dos sulphatos, nem as dos sulphitos.

Esta theoria tem gosado de grandes credits na sciencia, e tem-se reputado uma das mais engenhasas, e mais philosophicas da Chimica. Segundo ella, os hydrocidos e os oxácidos teriam a mesma constituição, e uma só formula representaria a composição dos saes haloides e dos oxysaes. Tal reforma devêra pois parecer muito util por simplificar tanto os phenomenos. Sabios eminentes lhe prestaram o seu apoio, como Dulong, e mais recentemente, Dumás, Graham e Liebig. Dulong nos seus trabalhos sobre o acido oxalico e os oxalatos teve occasião de a confirmar, achando nesta hypothese uma facil explicação das principaes propriedades destes

saes; e Dumás parece ainda hoje possuido de tal veneração para esta theoria, que apesar do seu grande talento mostra alguma indicição quando tracta de lhe discutir o valor; imputando-lhe apenas um ou dous inconvenientes, não se abalança a regeital-a completamente, e tem fé que d'um momento para outro ella triumphe de todas as objecções, e seja firmemente apoiada por alguma nova descoberta. Não encontramos, com effeito, entre os Chimicos modernos nenhum adversario verdadeiramente aguerrido eontra tal systema; deparamos antes com alguns, que pertendem fazel-o reviver, applicando-o aos acidos e saes organicos, tal é Liebig.

Este Chimico diz, fallando da theoria dos hydracidos, que uma hypothese que reúne n'uma só formula um grande numero de compostos chimicos, pode ser origem de descobrimentos da maior importancia, e deve reputar-se altamente philosophica. Apezar porem de tão eminentes auctoridades, e de Thénard dizer, que poucas são as objecções que se lhe podem fazer, e estas pouco concludentes, vamos tentar a critica d'esta theoria.

O principio fundamental da theoria de Davy é, que os acidos para poderem combinar-se com as bases, devem ser hydratados, e que os acidos anhydros não se podem considerar como verdadeiros acidos. No estado actual da Sciencia este principio é completamente falso. Conhecem-se hoje muitos acidos anhydros, taes são os acidos carbonico, sulphurico, sulphuroso, phosphorico, silicico, borico, stannico &c. Estes acidos, reagindo sobre bases anhydras, formam verdadeiros saes; v. g., o acido sulphuroso perfeitamente secco decompõe completamente o carbonato de soda secco sob a influencia de uma diminuta temperatura, e forma o sulphato de soda, o qual pode ser decomposto por outro acido anhydro mais

fixo que o acido sulphuroso. Existem, por consequencia, acidos que gozam do caracter essencial d'estes compostos, sem necessidade de intervenção da agua.

Os factos mais ordinarios da Chimica nos demonstram, que os maiores absurdos se seguiriam de representar os oxacidos com a mesma constituição dos hydracidos. O acido sulphurico, por exemplo, é nesta hypothese um composto d'hydrogeno e d'um radical formado d'acido sulphurico e d'oxigeno. Ora, alem de que este radical é um corpo puramente hypothetico, e que a analyse chimica ainda não isolou, é força suppor que o hydrogeno está unido com elle por uma afinidade mais energica do que a que elle tem para o oxigeno; de maneira que o hydrogeno deve estar em presença d'este radical sem ter força para lhe roubar o oxigeno, o que é contrario ao que se sabe da grande afinidade, que ha entre estes dous elementos; pelo menos a Thermo-chimica, ou este ramo da Chimica que estuda o desenvolvimento do calorico nas reacções, e mede a força da afinidade entre os corpos pelo grau de temperatura que elles manifestam em suas combinações, mostra que o oxigeno, na sua união com o hydrogeno desenvolve o duplo do calor que apparece na mais subida oxydação do enxofre. Sendo isto assim, é evidente que a hypothese de Davy não pode ser verdadeira, porque para isto fôra mister, que houvesse maior afinidade entre o hydrogeno e o radical, do que entre elle e o oxigeno, o que não succede. E para melhor nos convenceremos d'esta verdade bastará reflectir, que o hydrogeno depois de combinado com outro corpo, e por conseguinte depois de saturada parte da sua afinidade, ainda assim mesmo rouba oxigeno ao acido sulphurico, o que se demonstra pela seguinte experiencia. — Se humedecermos um tubo com acido sulphurico hydratado, e fizermos passar por elle o gaz acido sulphydrico, veremos logo apparecer um deposito d'enxofre.

acompanhado de desenvolução de gaz acido sulphureoso pela outra extremidade do tubo—.

Se são grandes as difficuldades que apresenta a hypothese de Davy na constituição dos acidos, não são menores as que ella offerece na constituição dos saes.

No sulphato de potassa, por exemplo, não é possível admittir, que o potassio esteja em presença do acido sulphurico oxygenado sem o decompor, porque é de observação, que o sulphato de potassa cede oxygeno ao potassio. E' tambem demonstrado que este metal desenvolve mais calor com o oxygeno, do que o hydrogeno: ora, se nós já provámos que o hydrogeno não pôde estar em presença do radical do acido sem o decompor, muito menos o poderá estar o potassio. Em fim se os saes são formados pela combinação dos metaes com radicaes resultantes da combinação do oxygeno do oxydo metallico com os elementos do acido, segue-se que a facilidade do acido em se combinar com a base, deve depender não só da affinidade do acido para o oxygeno da base, mas tambem da do metal que deve ceder o oxygeno: logo, se a affinidade do metal para o oxygeno, com que está combinado, fôr superior á do acido anhydro para o mesmo oxygeno, a formação do sal será impossivel. Ora, os exemplos de saes de bases alkalinas, e d'oxydos difficilmente reductiveis abúndam na Chimica, e por conseguinte a formação d'estes saes fôra inexplicavel na theoria de Davy. Bastará citar o sulphato de potassa, no qual tudo nos mostra que a affinidade do metal para o oxygeno é superior á do acido para o mesmo principio.

A reacção de muitos acidos oxygenados sobre o ammoniaco e sobre outros compostos hydrogenados fôra do mesmo modo incomprehensivel; porque, para explicar a formação da agua, seria mister que um hydracido podesse pelo oxygeno do seu radical roubar o hydrogeno ao ammoniaco.

Vê-se pois que a theoria não tem o caracter de generalidade que devêra ter, se fôra verdadeira; não só ficam fóra do seu alcance os saes formados pelos acidos anhydros, como os de acido borico, silicico &c., senão que envolve contradicções e absurdos na explicação dos phenomenos.

10.ª LIÇÃO.

REFLEXÕES DE DUMÁS SOBRE A THEORIA DE DAVY — TRIUMPHO PROVAVEL DA DOCTRINA DE LAVOISIER, MODIFICADA PELAS IDEIAS DE BERZELIO A' CERCA DA CONSTITUIÇÃO DOS SAES. — SAES AMPHIDOS E HALOIDES — NATUREZA D'ESTES — THEORIAS DOS CHLORHYDRATOS E DOS CHLORURETOS — PROBABILIDADES DA SEGUNDA — OPINIÃO DE PELOUZE E FREMY.

**C**ONTINUAREMOS hoje a critica das theorias sobre a constituição dos saes, e para completarmos a analyse da doutrina de Davy referiremos a opinião de Dumás.

Este Auctor só acha duas razões para suspeitar da veracidade da hypothese de Davy. A primeira é a admissão de muitos corpos hypotheticos, que não se conhecem, e que devem conter mais oxygeno do que o que existe nos oxácidos; taes deviam ser os ácidos persulphurico, perazotico, percarbonico, &c.; o que faria recuar a Sciencia ás epochas do phlogistico, e admittir não só um phlogistico, mas um numero immenso de phlogisticos. A segunda razão é a difficuldade da applicação da hypothese de Davy á constituição das tres variedades d'acido phosphorico, cujas differenças se explicam melhor, considerando-as como hydratos do mesmo acido, do que como hydrácidos differentes. Segundo a hypothese de Davy fôra mister admittir differente composição nestes saes, para explicar differenças muito secundarias, e o effeito não seria n'este

caso proporcional a causa, porque estes acidos passam facilmente d'um estado a outro, fazendo-lhes perder a agua pela calcinação, ou deixando-lh'a adquirir por um largo contacto com este liquido.

A' vista do que temos exposto, parece-nos que a theoria de Davy não se pode considerar no estado actual da Sciencia como a expressão genuina dos factos, e que a doutrina de Lavoisier deve subsistir, como a mais propria para explicar a constituição dos saes, modificada porrem pelas ideias de Berzelio a respeito dos saes haloides. Ainda que estes saes sejam o resultado da combinação de dous corpos simples, um metal e um corpo halogeno, e os saes amphidos ou amphisaes sejam em geral compostos de um metal que é o radical da base, d'um corpo simples metallico ou não metallico que é o radical do acido, e d'um corpo amphigeno, isto é, d'um corpo que goza da propriedade de converter em acido ou em base os radicaes d'aquelles compostos, combinando-se com elles; contudo o character chimico de um composto não depende sómente do numero e natureza dos elementos que entram na sua composição, mas tambem d'algumas das suas propriedades mais importantes e essenciaes. Ha tanta analogia entre um sal haloide e um oxy-sal, que o Chimico mais practico não os pode distinguir sem o emprego de reagentes. Podemos citar para exemplo o chlorureto de magnésio, e o nitrato de magnésia: excluir o chlorureto de magnésio da classe a que pertence o nitrato de magnésia, só porque o primeiro consta de dous elementos, e o segundo contém tres, importára o mesmo que separar o acido acetico da classe dos acidos a que pertencem os acidos sulphurico, phosphorico, carbonico &c., só porque o primeiro se compõe de tres elementos, e os outros apenas de dous.

Para completarmos as theorias sobre a constituição dos saes, resta-nos discutir a natureza dos saes haoides.

A opinião dos Chimicos está ainda dividida em dous campos a este respeito, suppondo uns, que os hydracidos se unem integralmente com as bases, e crendo outros que haja quasi sempre uma decomposição, combinando-se o hydrogeno do hydracido com o oxygeno da base para formar a agua, e o seu radical com o metal do oxydo. Daqui nascem as duas theorias, a dos hydrochloratos e a dos chloruretos. A segunda parece-nos a mais conforme aos factos, e a que mais razões conta a seu favor.

As experiencias de Gay-Lussac prestam-lhe decisivo apoio, como passamos a mostrar. 1.º Da reacção do acido hydrocyanico sobre o oxydo de mercurio resulta a formação da agua, e de um corpo que antigamente se considerava como prussiato de mercurio, mas que não contem oxygeno, e não pode por conseguinte pertencer á classe dos oxysaes, ainda que muito se pareça com os compostos do oxydo de mercurio com os oxacidos. Vê-se, por tanto, que n'esta reacção o acido hydrocyanico e o oxydo de mercurio se decompõem mutuamente; o hydrogeno do acido combina-se com o oxygeno do oxydo, e o cyanogeno com o metal, do mesmo modo que succederia ao oxydo de mercurio tratado pelo acido sulphydrico, de cuja reacção resulta a formação d'agua e d'um sulphureto de mercurio. — 2.º Neutralizando o acido hydro-sulphocyanico, que é um liquido dotado de propriedades acidas muito energicas, pelo carbonato de potassa, apparecem os mesmos phenomenos que com qualquer oxydo: o acido carbonico desenvolve-se com effervescencia, e obtém-se um sal crystallizado, que se assemelha por tal forma com o nitro que se poderá confundir com elle: estes crystaes offerecem um sabor picante, levemente salgado, absolutamente como o salitre, e fundem-se facilmente sem produzir agua. Mas estes crystaes, que tanta analogia apresentam com os oxysaes, não contem oxygeno, e resultam da combinação do potassio com o sul-

phocyanógeno. 3.º Quando se mistura uma dissolução de soda caustica com acido hydrochlorico concentrado; a base e o acido neutralizam-se reciprocamente; produz-se calor no acto da combinacão, e precipita-se um pó salino que é o chlorureto de sodio, e que não contem oxygeno, nem hydrogeno. 4.º O ferroprussiato de potassa chrystallizado, ou cyanureto ferroso e potassico, contem exactamente a quantidade d'agua que é necessaria para produzir com o potassio e com o ferro a potassa e óxydo ferroso, e o acido hydrocyanico com o cyanógeno: mas esta agua volatilisa-se á temperatura ordinaria do ar, quando este está bem secco, ou no vasio, e resta uma combinacão de cyanureto ferroso, e de cyanureto de potassio, que se assemelha exactamente ao sal efflorescente. Talvez se possa suppor que o oxygeno se separa da potassa, e o hydrogeno do acido, pela simples suspensão da pressão atmospherica, ou pela ausencia do vapor aquoso no ar. Mas não será mais natural reputar esta agua uma agua de crystallisacão?

Estas experiencias parecem demonstrar, que em muitos casos os hydracidos se não unem directamente com as bases. Todavia a theoria dos hydrochloratos tem tambem alguns factos em seu abono, e a auctoridade de Chimicos respeitaveis, como Thenard. Um dos argumentos que parecem dar-lhe grande força, é o que se deduz da existencia do hydrochlorato d'ammoniacco. Se reflectirmos porem na acção que o acido sulphurico anhydro exerce sobre o sal ammoniacco, acharemos uma razão sufficiente para regeitar a hypothese que o considera como um chlorhydrato. O acido sulphurico anhydro, combinado com o ammoniacco, não pode ser expellido da sua combinacão pelo acido chlorhydrico, d'onde devemos concluir que o primeiro tem mais affinidade para o ammoniacco que o segundo. E' por tanto claro, que se houvesse no sal ammoniacco acido chlorhydrico, este devera ser separado pelo acido sulphurico anhydro;

pelo contrario o acido une-se com o sal ammoniaco, formando um composto, que corresponde aos que resultam da união de um acido com os chloruretos de potassio e de sodio, e é só pela elevação de temperatura que a composição se effectua, e que ha formação de sulphato anhydro d'ammoniaco e acido chlorhydrico livre. Esta observação curiosa é devida a Henri Rose.

As observações de Chevreul sobre a cor dos chloruretos dissolvidos, algumas probabilidades tambem vieram dar á hypothese dos hydrochloratos. Chevreul observou que os chloruretos seccos, produzidos por metaes capazes de formar saes corados, teem sempre côres differentes das dos saes que lhes correspondem. Estes mesmos chloruretos dissolvidos offerecem-nos pelo contrario côres analogas ás dos saes correspondentes; d'onde se pode concluir que os chloruretos dissolvidos são hydrochloratos. Este argumento é um dos mais importantes, com que se tem combatido a theoria dos chloruretos. Todavia não é elle de natureza tal, que possa destruir a nossa convicção, porque se funda sobre um character, cujas causas são muito occultas, para que possamos apreciar o seu valor. E demais, admittindo o modo de constituição dos saes proposto por Davy, a similitude de côres nada provaria, porque n'esta hypothese os saes ordinarios teem uma composição similhante á dos chloruretos. Tem-se dito tambem que os chloruretos de magnésio e d'aluminio decompõem a agua; e na verdade, quando se dissolvem, e se faz evaporar a dissolução, desenvolve-se acido hydrochlorico, e resta um oxydo. Pode-se comtudo objectar a este facto que o calor exerce uma influencia, cujos limites é muito difficil avaliar. Os partidarios da theoria dos hydrochloratos pretendem achar outro argumento a seu favor, na decomposição que se exerce entre a agua e os chloruretos de bismutho e d'antimonio. E' certo, que se lançarmos repentinamente

e com abundancia agua sobre os chloruretos de bismutho e d'antimonio, estes saes são decompostos, assim como a agua. Se reflectirmos porem, que estes chloruretos, abandonados ao contacto do ar humido, absorvem agua sem reacção apparente, e se resolvem em um liquido perfeitamente limpido, acharemos mais provavel que a decomposição da agua seja devida á elevação de temperatura, produzida pela addição repentina d'aquelle liquido.

Todos os factos referidos deixam pois ainda em duvida se os chloruretos decompoem ou não a agua. Vejamos, se a questão pode ser resolvida pelo estudo das reacções dos dous chloruretos d'iodo. Quando dissolvemos na agua o sub-chlorureto de iodo, apparece um liquido de um vermelho escuro muito carregado. Se collocarmos esta dissolução n'um vaso, e a agitarmos com um terço ou um quarto do seu volume de ether sulphurico, o liquido aquoso tornar-se-ha descorado repentinamente, e o liquido ethereo adquirirá a côr de um vermelho escuro muito carregado; se evaporarmos o ether, restará o sub-chlorureto de iodo com suas propriedades ordinarias. Parece-nos que a conclusão mais natural que se pode tirar d'esta experiencia, é que este sal não decompõe a agua; porque para se admittir o contrario, fôra mister suppôr que a agua se reproduz debaixo da influencia do ether, o que é difficil de acreditar. É sabido que o ether rouba á agua os chloruretos de ouro, de platina e de ferro, e o bi-chlorureto de mercurio: logo, se o principio acima estabelecido é verdadeiro, segue-se que estes chloruretos não decompoem a agua. Vê-se pois que os principaes factos, com que os Chemicos teem pretendido sustentar a doutrina dos hydrochloratos, perdem muito do seu valor á luz do raciocinio. Busquemos agora novos dados para fundamentar a theoria dos chloruretos, e veremos que a sua composição binaria nos é demonstrada pela acção da pilha sobre estes saes.

Se chegarmos a destruir os chloruretos e ioduretos dissolvidos na agua, por meio de correntes electricas muito fracas e incapazes de decompor este liquido, poderemos com justa razão concluir, que no acto da sua dissolução os elementos d'estes compostos não se separam, e é effectivamente o que se verifica pela experiencia. Se lançarmos mão de uma pilha de dous elementos, carregada com agua ligeiramente salgada, e incapaz por conseguinte de decompor este liquido, e introduzirmos os fios de platina n'uma dissolução de chlorureto de cobre, observaremos que o cobre metallico se deposita no fio negativo, desenvolvendo-se bolhas de gaz no outro polo. A experiencia apresenta os mesmos resultados sobre os ioduretos de zinco e de ferro.

Para dar porem mais completo desenvolvimento a esta questão, referiremos as opiniões de Pelouze e Fremy, e as numerosas e interessantes experiencias, que estes Auctores citam no seu Curso de Chimica geral. Se dirigirmos uma corrente de gaz acido chlorhydrico sobre a baryta caustica, observaremos uma reacção energica entre estes dous corpos, e a producção de chlorureto de bario e agua. Uma reacção semelhante se observa, substituindo ao acido chlorhydrico e á baryta outros hydracidos e outros oxydos. Assim o acido sulphydrico e o oxydo de chumbo produzem agua e sulphureto de chumbo.

Quando fazemos reagir um hydracido sobre uma base anhydra, e vemos desenvolver-se agua, nenhuma duvida pode haver sobre a constituição do composto que se forma: este composto nada tem de semelhante com o oxysal, porque não contem os elementos do hydracido e da base, e só é formado pela combinação do metal com o radical do hydracido. Mas quando um hydracido reage sobre uma base em presença da agua, e o corpo resultante d'esta combinação é solúvel n'este liquido, pode-se

duvidar, se neste caso se forma agua, e outro composto binario da primeira ordem, ou uma combinação completa do hydracido com a base. Esta questão tem estado por muito tempo indecisa, e Pelouze, seguindo a opinião de Chevreul, acredita que as duas supposições podem igualmente ser verdadeiras, isto é. que um hydracido, o acido chlorhydrico por exemplo, pode, conforme a natureza da base, formar um chlorureto ou um chlorhydrato.

Em grande numero de casos os chloruretos parecem permanecer em presença da agua, sem se transformarem em chlorhydratos. Quando se põe o chlorureto de sodio em contacto com a quantidade d'agua necessaria para o transformar em chlorhydrato de soda, uma parte do sal dissolve-se, e observa-se apenas uma pequena diminuição de temperatura: ora, se o sal se tivesse combinado com a agua para formar o chlorhydrato, devêra observar-se uma producção de calor, que acompanha em geral toda a combinação chimica. A experiencia mostra que uma dissolução de sal marino, submettida á evaporação espontanea deixa depositar crystaes anhydros de sal, que são formados pela combinação d'um equivalente de chloro e d'um equivalente de sodio. Estes factos parecem conciliar-se melhor com a theoria dos chloruretos do que com a dos chlorhydratos, na qual fôra necessario suppôr, que o sal commum á temperatura ordinaria se transforma em chlorhydrato, e que á mesma temperatura, no momento da sua chrySTALLISAÇÃO, se deshydrata para se transformar em chlorureto; o que nos parece inadmissivel. O bi-chlorureto e o cyanureto de mercurio parecem tambem dissolver-se na agua, sem se decompor. Se o primeiro se transformasse em chlorhydrato de mercurio, a dissolução d'este sal desenvolveria facilmente acido chlorhydrico pela reacção do acido sulphurico; a experiencia mostra pelo contrario, que esta decomposição é difficil e lenta, o que indica

que o acido chlorhydrico não preexiste na dissolução, mas que se forma pela influencia do acido sulphurico. Se o cyanureto de mercurio em dissolução na agua se transformasse em cyanhydrato, o oxydo de mercurio seria precipitado pela potassa, o que não se verifica.

Todos estes factos parecem mostrar, que a maior parte dos saes haloides se dissolvem integralmente na agua; ha porem certos chloruretos, que se transformam pelo contacto com este liquido em chlorhydratos; taes são os chloruretos de magnésio e d'aluminio, que desenvolvem uma temperatura elevada, quando se dissolvem na agua, e cujas dissoluções são decompostas facilmente pela evaporação, produzindo acido chlorhydrico. No mesmo caso está, segundo as experiencias de Chevreul, o sesquichlorureto de chromio anhydro.

Resumindo, podemos concluir com Pelouze e Fremy: primo: que quando um hydracido reage sobre uma base anhydra, ha formação d'agua e d'outro composto binario da primeira ordem, resultante da combinação do elemento electro-negativo do acido com o elemento electro-positivo da base: secundo: quando a reacção do acido e da base tem lugar em presença da agua, os mesmos compostos se produzem as mais das vezes: tertio: ha alguns casos, ainda que muito raros, em qual o hydracido parece combinar-se integralmente com a base.

## 11.ª LIÇÃO.

**CLASSIFICAÇÕES CHIMICAS DOS CORPOS SIMPLICES—SEU FIM E UTILIDADE—SYSTEMAS ARTIFICIAES, E METHODOS NATURAES—RESENHA CRITICA DOS PRINCIPAES PLANOS DE CLASSIFICAÇÕES—SYSTEMAS DE GUYTON DE MORVEAU, DE LAVOISIER, DE THOMPSON, E DE THIENARD—CLASSIFICAÇÃO ELECTRO-CHIMICA DE BERZELIO—PRIMEIROS TRABALHOS DO METHODO NATURAL—IDeias D'AMPERE.**

### CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS SIMPLICES.

**D**ISTRIBUIR os corpos n'uma ordem methodica e regular, de modo tal, que se facilite o seu estudo, e se conheçam as suas propriedades mais characteristics, tal é o fim das classificações.

Para isto dous methodos se podem adoptar: o artificial e o natural. O primeiro funda-se em principios de facil comprehensão, e tem só por fim facilitar o estudo e conhecimento dos corpos; o segundo, alem d'este fim, tem tambem o de reunir os corpos pelo maior numero de suas analogias e relações. O primeiro é util para o ensino, e para os que começam a carreira da Sciencia; mas imperfeito, considerado como methodo philosophico; porque, tomando para

base de suas divisões um só character, tem o inconveniente de romper as analogias mais bem caracterisadas. Assim, o systema fundado unicamente no grau d'affinidade dos differentes corpos simples para o oxygeno, ainda que respeite certa ordem de propriedades, e facilite o conhecimento de factos importantes, tem comtudo o defeito de reunir no mesmo grupo corpos muito differentes, e de separar outros mui semelhantes. O estanho e o titanio, que tanta analogia apresentam, pertencem neste systema a grupos differentes, só porque o primeiro é muito mais oxydavel do que o segundo. O magnésio e aluminio, que tão pequeno parentesco offerecem, são reputados analogos, porque a sua affinidade para o oxygeno é pouco mais ou menos a mesma.

Os systemas ou methodos artificiaes tem alem d'isto o grave inconveniente de não acompanharem a Sciencia nos seus progressos, e só poderem servir nas epochas de transição: quando descobertas importantes vem modificar as ideias geralmente recebidas, e novos factos dão differente valor ás theorias, é mister reformar esta ordem de classificações, e pôl-as em harmonia com o novo estado da Sciencia. E' o que succedeu á classificação dos corpos simples, segundo o grau de sua affinidade para o oxygeno. Este systema devêra ser sufficiente, quando se suppunha que o oxygeno era um corpo sui generis, e que só elle communicava certas propriedades aos compostos que formava: hoje porem, que se reconhece quanto tem de absoluta esta parte da theoria do celebre Lavoisier, não pode tal systema adoptar-se. A Chimica conta ainda hoje varias classificações, e algumas dellas com tal arte e ingenho tecidas, que são preferidas por muitos Auctores: faremos uma resenha critica das mais importantes.

## SYSTEMA DE GUYTON DE MORVEAU.

Até á epocha de Lavoisier, pode-se dizer que não se conhecia systema algum de classificação. Guyton de Morveau foi o primeiro que apresentou uma classificação dos corpos simples, distribuindo todos os que n'aquella epocha se consideravam como taes em cinco classes. Na primeira incluiu a luz, o calorico, o oxygeno e o hydrogeno. Na segunda comprehendeu todas as bases acidificaveis, ou radicaes dos acidos; e por consequinte, o azoto, o phosphoro, e os radicaes ainda desconhecidos d'outros acidos. Na terceira reunio os metaes; na quarta as terras; e na quinta os alkalis. Este systema é um claro testemunho da infancia da sciencia, no fim do seculo ultimo, em que a analyse chimica havia feito poucos progressos; mas é certo que Morveau gravou n'elle o cunho de seu grande genio; attendendo ao estado dos conhecimentos chimicos n'aquella epocha.

## SYSTEMAS DE LAVOISIER E THOMPSON

Lavoisier parece ter dividido os corpos simples em combustiveis e não combustiveis. Ainda que esta ideia não venha claramente formulada nas suas obras, é com tudo uma consequencia necessaria da sua theoria da combustão.

Estas duas divisões, e mais outra, a de comburentes ou sustentos da combustão, foram tambem estabelecidas por Thompson, entendendo por corpos comburentes, todos os que na sua combinação com outros dão lugar aos phenomenos da combustão, que vem a ser, de-

desenvolção de calorico e luz; e sómente quatro achava n'estas circumstancias: o oxygeno, o chloro, o iodo, e o fluor. Combustiveis eram todos os que são susceptiveis de se combinar com estes, com producção de calor e luz, e incombustiveis, os que se não combinam com elles, ou se combinam sem appareição de fogo. Basta a simples exposição d'este systema, para se reconhecer toda a sua imperfeição. Formar uma classe d'um só corpo, e tomar para base da classificação, uma propriedade, que não só obriga a separar corpos dotados das maiores analogias, como por exemplo o enxofre e o oxygeno, o chloro o iodo e o bromo, o azoto o arsenico e o phosphoro &c., senão que torna vago e incerto o caracter chimico dos corpos simples, são inconvenientes graves que tornam esta classificação muito defeituosa. Não ha mais razão para considerar o hydrogeuo como um corpo combustivel, do que o azoto: o enxofre tanto pode reputar-se um sustento de combustão, como o oxygeno ou o iodo, porque o enxofre une-se com a maior parte dos metaes com grande desenvolvimento de luz e calor. Não ha, por tanto, uma linha divisoria bem distincta entre as tres classes.

### SYSTEMA DE THENARD.

Uma das classificações artificiaes, ainda muito seguida nas Escolas e nos livros, é a do Barão de Thenard, o qual divide todos os corpos simples, em comburentes e combustiveis, e estes, em metalloides e metaes. O oxygeno é o unico corpo comburente, e foi considerado como tal, por ser este principio o que alimenta a combustão de todos os corpos que ardem em presença do ar.

Este systema, ainda que se resente das ideias de Lavoisier, goza ainda de bastantes creditos, porque não contraria as analogias mais naturaes que existem entre os corpos simplicies: tem contudo graves defeitos, como vamos ver.

O nome de metalloides dado aos corpos não metallicos, está em contradicção com a sua natureza, porque é derivado de duas palavras gregas que querem dizer, metal e similhante, e nada se parece menos com um metal do que certos metalloides, taes como o oxygeno, o enxofre, o chloro &c. Mas pondo de parte este erro de linguagem, como distinguir os metalloides dos metaes? Ha uma transição tão insensivel entre estas duas classes, que é quasi impossivel determinar, em que differe um metal d'um corpo não metalico. Tem-se dado como caracteres distinctivos dos metaes, o serem corpos mais pesados do que a agua, bons conductores do calorico e da electricidade, opacos, dotados d'um brilho particular, a que se dá o nome de brilho metalico, elasticos, sonoros, malleaveis, ducteis e dotados da propriedade de formar, por sua combinação com o oxygeno, oxydos susceptiveis de se combinar com os acidos, formando saes. Mas o potassio, o sodio e o magnезio são corpos mais leves do que a agua: a maior parte dos metaes reconhecem-se hoje como frageis: o calcio, o stroncio, o bario, o aluminio, o glucynio, o yttrio, o titanio, o uranio e o tantalo não são corpos elasticos, nem sonoros, nem malleaveis nem ducteis. O brilho metalico e a propriedade, de serem bons conductores do calorico e da electricidade não são tambem caracteres exclusivos dos metaes; porque ha certos elementos, comprehendidos entre os metalloides, que apresentam um brilho muito analogo ao dos metaes, e o carvão depois de calcinado, e o diamante são tão bons conductores do calorico e da electricidade, como muitos metaes.

A opacidade é uma propriedade tão geral, que se todos os corpos opacos fossem metaes, muito maior fôra o numero d'estes elementos. A propriedade de formarem bases salificaveis, pela sua união com o oxygeno, tambem não é privativa dos metaes, porque é commum a muitos outros corpos simples e compostos. Por este caracter, que se reputa o mais essencial, o boro e o azoto deveriam ser considerados como metaes, porque os ácidos borico e azotoso combinam-se com o acido sulphurico, e formam com elle verdadeiros saes.

Não se limitam porem a estes os defeitos da divisão dos corpos simples em metaes e metalloides. Ha mais analogia entre certos metalloides e certos metaes, do que tem entre si os corpos de cada uma d'estas classes: o azoto, o phosphoro, o arsenico, o antimonio e o bismutho formam uma serie natural, caracterisada por propriedades importantes. O gráo de afinidade para o oxygeno, que neste systema serve de caracter distinctivo para as secções secundarias, tanto dos metalloides como dos metaes, está igualmente em opposição com as analogias mais importantes e essenciaes, estabelecidas pela natureza entre os differentes corpos simples.

### CLASSIFICAÇÃO DE BERZELIO.

Foi no caracter electrico dos corpos simples, que Berzelio fundou a ordem da sua distribuição. Partindo do principio, — que toda a combinação chimica depende de forças electricas, e que todos os elementos em suas variadas combinações entre si se constituem em estados electricos oppostos, — formou uma tabella dos corpos ele-

mentares, dispostos na ordem do seu character electrico uns a respeito dos outros, formando uma serie linear, desde o mais electro-negativo até ao mais electro-positivo. Conservando depois a divisão dos corpos simplicies em metalloides e metaes, subdivide estes em metaes electro-negativos e metaes electro-positivos, funcionando todos os corpos não metallicos como elementos electro-negativos em relação aos metaes. D'esta arte, o corpo mais electro-negativo é o primeiro da serie, e o mais electro-positivo o ultimo, succedendo-se todos elles em ordem tal, que cada um é electro-positivo em relação aos que o precedem, e electro-negativo em relação aos seguintes. Nos metalloides, o oxygeno occupa o primeiro lugar, e o hydrogeno o ultimo; nos metaes, o ouro e o potassio formam os dous extremos da serie. Berzelio admite ainda que a ordem electrica dos corpos combustiveis, está de accordo, em geral, com a de seus oxydos; de sorte que os grãos de oxydação dos diversos radicaes, que são dotados das mais energicas affinidades, estão entre si como estes mesmos radicaes.

Este systema, ainda que fundado n'uma hypothese, tem prestado grandes serviços á nomenclatura, estabelecendo como regra, que na união de dous corpos entre si, o que representa de elemento electro-negativo forma o nome generico, e o electro-positivo o nome especifico. Em conformidade com este principio, diremos sulphureto de carbono, chlorureto de phosphoro &c., e não carburêto d'enzofre, ou phosphoreto de chloro. Teve pois este systema a vantagem de evitar muita arbitrariedade e confusão que havia na nomenclatura, concorrendo para a formação de nomes constantes e invariaveis.

Alem d'esta, tem ainda este systema a vantagem, de fundar o valôr relativo das affinidades chemicas na ordem electrica dos corpos, o que está em harmonia com grande numero de factos e é de grande utilidade nas appli-

cações, porque, para decompormos um corpo, bastará escolher um elemento, que seja mais electro-negativo, ou mais electro-positivo que um dos seus principios constituintes. Assim o chloro, que é mais electro-negativo que o bromo e o iodo, substitue estes elementos nas suas combinações; o zinco como mais electro-positivo que o chumbo, o estanho, o cobre, a prata e o mercurio, pode tambem expulsar estes metaes das suas combinações, e o potassio deve substituir todos elles.

Mas a par d'estas vantagens, alguns inconvenientes e defeitos se encontram n'esta classificação. O caracter electrico dos corpos não é um caracter fixo e invariavel; varia segundo as circumstancias das reacções chemicas; não faltam exemplos de corpos, que seguem em suas affinidades uma ordem differente da que corresponde ás suas relações electricas. O hydrogeno, que é o ultimo dos metallóides na ordem electrica, porta-se umas vezes como corpo positivo, e outras como negativo. O oxygeno, que é o corpo mais electro-negativo, cede muitas vezes o seu lugar ao chloro, que em affinidade parece disputar-lhe a primazia. Este elemento decompõe o oxydo de calcio, e tem por conseguinte mais affinidade para o calcio, do que o oxygeno, o que não devera acontecer, se a ordem electrica estabelecida por Berzelio fosse verdadeira. Os fluoruretos, em geral, não são decompostos pelo oxygeno em quanto que o fluorureto de prata é decomposto pelo chloro. Este facto parece indicar: primo: que o chloro é mais electro-negativo do que o oxygeno: secundo: que o fluor é electro-positivo em relação ao chloro. Sabemos tambem que o chloro decompõe a agua debaixo da influencia da luz, e que o mesmo hydrogeno reduz muitos oxydos metallicos. E como conciliar todos estes factos com a ordem electro-chimica proposta por Berzelio?

Estas e outras anomalias, fazem vêr que é impos-

sível distribuir os corpos simples, n'uma ordem fixa e invariavel relativamente ao seu character electrico, e muito mais ainda avaliar o gráo de sua affinidade, tomando simente em consideração aquelle character. A ordem electrica nunca nos pode indicar a ordem de affinidade dos corpos, porque esta varia, segundo a temperatura, o estado em que os corpos se acham, e muitas outras circumstancias. E' tambem facil de vêr, que o character electrico não pode servir de base a uma classificação que tenha por fim distribuir os corpos simples, segundo as suas propriedades chemicas mais importantes.

As considerações que temos feito, são sufficientes para mostrar as imperfeições de todos os systemas artificiaes, isto é, de todas as classificações que se fundam n'um só character exclusivamente. E' por esta razão que os Chemicos actuaes tanto se esmeram em classificar os corpos simples, não por um só character, mas tendo em vista todas as suas propriedades mais essenciaes, reunindo no mesmo grupo todos os que mais se assemelham pelo maior numero de seus caracteres. Só assim se pode assignar a cada elemento o lugar que lhe compete na ordem natural, sem o que, jámais se poderá conseguir uma classificação chimica verdadeiramente scientifica e philosophica. As vantagens dos methodos naturaes são hoje reconhecidas, e altamente proclamadas pelos Chemicos mais eminentes da Allemanha, da Inglaterra e da França: tem a utilidade dos systemas artificiaes sem terem os mesmos defeitos.

Os primeiros trabalhos a este respeito datam de 1816. Foi Ampere um dos primeiros Chemicos que tentou classificar os corpos simples pelo methodo natural. Dividiu-os em tres classes — Gazolytes — Leucolytes — e Clroicolytes. A etymologia d'estas palavras indica as suas significações. A primeira quer dizer, corpos que produzem compostos gazosos: a segunda, corpos que formam

dissoluções incoloras: a terceira, corpos que dão dissoluções coradas.

Os corpos da primeira classe são caracterizados pela propriedade de formar por sua combinação reciproca gases permanentes. Os segundos distinguem-se dos outros, por não formarem gases permanentes, por se fundirem abaixo de 25.º do pyrometro de Wedgwood, e por formarem com os acidos incolores dissoluções igualmente incoloras. Os terceiros não formam gases permanentes, nem se fundem senão acima de 25.º do pyrometro de Wedgwood, e produzem com os acidos dissoluções coradas. Estas classes são divididas em quinze generos, cada um dos quaes tem um nome formado da palavra do corpo que representa o typo:— Borides — Chlorides — Arsenides — Argerides — Calcides, &c.

Este systema apresenta graves defeitos, e na opinião de Thenard, mais se deve haver por um systema artificial, do que por um methodo natural. A propriedade de formar gases permanentes teria valor antes dos descobrimentos de Faraday, que tanto tem limitado o seu numero. O estanho, nesta classificação pertence á classe dos Lencolytes, e o titanio á dos Chroicolytes: o estanho, o antimonio e o zinco, que nesta classificação formam um genero, nada tem de commum em suas propriedades; o azoto é separado dos seus socios naturaes, o phosphoro e o arsenico; o carbono tem mais analogia com o boro e o silicio do que com o hydrogeno. Vê-se pois que o methodo d'Ampere despreza as analogias mais naturaes entre os corpos, e apresenta, por consequente, os mesmos defeitos que os systemas artificiaes. Ampere, apezar de seu espirito tão ingenuo e fecundo, não conseguiu o fim que se propoz.

## 12.ª LIÇÃO.

**ENSAIOS DE MATHODOS NATURAES POR DESPRETZ, BAUDRIMONT, HOEFER E DUPASQUIER — VANTAGENS DO MATHODO NATURAL EM GERAL — PLANO PROPOSTO POR DUMAS — CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS COMPOSTOS — HAVERÁ LIMITES RIGOROSOS ENTRE COMPOSTOS ORGANICOS E INORGANICOS? — DIFFERENÇAS ENTRE A CHIMICA INORGANICA E ORGANICA.**

**F**ALLAREMOS hoje d'alguns systemas mais notaveis, propostos pelos Chemicos com o fim de se obter uma classificação natural dos corpos simplicies.

Despretz seguiu a classificação d'Ampere com algumas modificações, e fez quatorze familias mais naturaes do que os generos d'Ampere; mas taes difficuldades encontrou, que se vio obrigado a não incluir o oxygeno e o hydrogeno em nenhuma das familias. Este methodo é pois imperfeito e insufficiente, por não comprehender todos os corpos conhecidos.

Baudrimont tambem propõe uma classificação dos corpos simplicies por grupos naturaes, mas o Author é o primeiro a confessar as anomalias que offerece o seu systema, e quanto estamos longe de conseguir um methodo verdadeiramente natural. Estabeleceu quatorze familias que subdividiu em differentes ordens.

Hoefler inculca o isomorphismo e as propriedades químicas como as melhores bases para uma classificação natural dos corpos simples, e nesta conformidade estabelece onze famílias. O mesmo Author faz a critica imparcial do seu systema, não dissimulando as difficuldades que o acompanham. Nem sempre os caracteres do isomorphismo condizem com as propriedades químicas, que mais analogia dão aos chloruretos. Assim a prata, sendo isomorpha com o sodio e com o euro, pode pertencer tanto á familia dos kaliaceos, como á dos auraceos. O manganez é isomorpha com o ferro e com o chromio, mas tambem o é com o enxofre e com o chloro, e pode por conseguinte ser classificado nos chloraceos ou nos ferraceos. Estas e outras difficuldades fazem ver, quanto é difficil assentar sobre o isomorphismo as bases d'uma classificação. Mas alem d'isto, alguns grupos d'esta classificação não estão bem caracterizados, e não satisfazem ás analogias mais importantes; tal é, por exemplo, o grupo dos carbaceos, onde são reunidos o carbone, o boro, o titanio e o azoto que tem entre si pouca analogia, e devem pertencer evidentemente a grupos differentes. O azoto deve antes collocar-se nos phosphaceos, onde deve estar tambem o bismutho, do que ao lado do mercurio. O titanio, que está nos carbaceos, deve vir para os estanaceos; o zinco deve mudar dos ferraceos para os boraceos, e o ouro não está bem ao pé da platina.

Dupasquier é tambem Author d'uma classificação dos corpos simples por familias naturaes, bem notavel e engenhosa, e differencando-se de todas as outras, por tomar em consideração propriedades esquecidas por outros Chemicos. Faz 4 classes dos metalloides. — Organogenes — Sulphuroides — Chloroides — e Boroides. A primeira contem os elementos geradores das materias organicas; a segunda comprehende o enxofre; a terceira

contem o chloro e os seus congêneres: e a quarta o boro e o silicio que bem analogos são.

Todos estes methodos porem mal merecem o privilegio de methodos naturaes, porque em quasi todos elles se conserva a arbitraria distincção de metalloides e metaes, e só se attende a certos caracteres com desprezo das principaes propriedades. — Um methodo verdadeiramente natural ainda não existe na Sciencia, e não é para admirar; porque, quando na Botanica, que tem seculos de existencia, não ha ainda uma classificação perfeita das plantas por familias naturaes, não é muito que na Chimica, que como Sciencia ainda não conta cem annos, se não tenha obtido este fim. A divisão dos corpos simplicies em metalloides e metaes está para a Chimica na mesma razão, em que está para a Botanica a antiga classificação dos vegetaes, em plantas herbaceas, arvores e arbustos. São ideias authorisadas por um longo uso. Assim como é difficil fazer acreditar que a herva mais humilde tem, em geral, a mesma organisação, que uma arvore colossal, do mesmo modo custa a fazer persuadir que o phosphoro tem as maiores analogias com o arsenico e com o antimonio, só porque os dous ultimos são metaes, e o primeiro não o é. Todavia apesar das difficuldades que se experimentam em banir do ensino estes systemas superficiaes e imperfeitos, os mais sabios Chemicos não tem poupado esforços para substituir o que a infancia da Sciencia creou, por aquillo que os seus progressos exigem de mais philosophico e util; e inquestionavelmente uma classificação natural dos corpos simplicies, é um d'aquelles pontos capitaes para que devem convergir todas as meditações e trabalhos.

Se chegarmos a distribuir os corpos simplicies por familias, cada uma das quaes comprehenda todos os elementos que apresentarem um cortejo mui semelhante de propriedades e phenomenos, teremos obtido um fim im-

mensamente vantajoso; porque conhecida a historia d'um membro de cada serie, mais facil e simples se torna a de um analogo. Se Gay-Lussac não fôra guiado por estes principios, se não fôra levado pela analogia do chloro, que já conhecia, com o iodo que estudava, não tivera elle descoberto com tanta facilidade as propriedades do iodo. O potassio e o sodio teriam sido descobertos muito antes do que foram, se todas as bases salificaveis se houvessem considerado como pertencentes a uma mesma classe. Considerando um corpo como typo de uma familia, é mais facil conhecer as propriedades dos seus analogos: o enxofre, por exemplo, faz até certo ponto adivinhar os caracteres essenciaes do selenio, e do tellurio. Nem é de menos utilidade para a practica o estudo das analogias naturaes dos corpos, porque casos ha, em que nos seus usos e applicações se podem substituir uns pelos outros os corpos que gozam de propriedades analogas. Os bromuretos e ioduretos, por exemplo, podem em muitos casos ser empregados em vez dos chloruretos; os compostos do selenio podem em certas circumstancias substituir os compostos do enxofre.

Por todas estas razões os Chimicos modernos porfiam com zelo na classificação dos corpos simples pelo methodo natural, e ainda que nenhum delles tenha descoberto uma classificação que mereça rigorosamente o nome de natural, parece-nos contudo que Dumás é um dos que mais avançaram neste ponto da Sciencia, pelo menos na parte que diz respeito aos metalloides.

Para aquelle que tem algumas noções da Chimica, são bem sensiveis as analogias que offerecem o chloro, o iodo, o bromo e o fluor; e não menos evidentes são as que apresentam o enxofre, o selenio, e o tellurio. Se reflectirmos na analogia dos compostos que formam com o hydrogeno, e mesmo com o oxygeno, o azoto, o phosphoro e o arsenico, não podemos deixar de reco-

reber o parentesco d'estes tres elementos. O boro e o silicio têm tambem muitas propriedades communs. O oxygeno parece ser um corpo sui generis, que offerece poucas relações com os outros elementos; se com algum se parece é com o enxofre, e ainda assim, este forma com o hydrogeno um acido, propriedade de que não goza o oxygeno, que forma com o mesmo principio um composto neutro. O carbono differe igualmente de todos os outros por propriedades essenciaes, e se com alguns se pode comparar, é com o boro e silicio, por sua infusibilidade e insolubilidade. O hydrogeno representa quasi sempre de principio electro-positivo, e parece dever classificar-se á parte de todos os outros. Se attendermos aos caracteres communs, que estes corpos apresentam, veremos que os deduzidos de suas combinações com o hydrogeno, são os que mais fortes analogias prestam aos membros de cada grupo. Assim o chloro, o fluor, o bromo e o iodo formam com o hydrogeno acidos gazosos energicos. O azoto, o phosphoro e o arsenico produzem com o hydrogeno compostos de propriedades basicas &c. E', segundo estas considerações, que Dumás classifica os metalloides, tomando por base e principio fundamental d'esta classificação, reunir em um mesmo grupo ou familia todos aquelles corpos que se assemelham pela natureza dos seus compostos com o hydrogeno, proporções em que com elle se combinam, condensação que experimentam nestas combinações, &c. Ora, tendo em consideração estas propriedades, attende-se por certo aos caracteres mais fundamentaes, e é nisto que consiste o merecimento e perfeição do methodo natural.

Dumás reflectindo que a melhor classificação dos metalloides se obtem, tomando em consideração a analogia de suas combinações com o hydrogeno, pensou que convinha tambem estudar para os outros elementos os productos que elles podem formar com um corpo gazoso, capaz

de produzir compostos igualmente gazosos ou volateis, cujo volume podesse ser avaliado. O chloro é o que satisfaz a estas condições em grande numero de casos. Assim o estanho e o titanio produzem chloruretos liquidos e volateis, em cujo vapor dous volumes de chloro se acham condensados em um só, como se observa no chlorureto de silicio, a que elles tanto se assemelham. Reunindo em um grupo estes metaes e o colombio, vamos d'harmonia com outras analogias demonstradas por grande numero de suas combinações: basta comparar os acidos, silicico, estanico, titanico, e colombico. Se discorrermos do mesmo modo sobre os outros metaes, estudando as reacções que elles podem produzir sobre um grande numero de substancias, e reunindo em uma mesma familia todos os que apresentarem mais caracteres communs, chegaremos, ainda que não seja senão aproximadamente, a obter uma classificação a mais natural possivel. O selenio, o tellurio e o chromio offerecem as maiores analogias com o enxofre: basta comparar os seus acidos. O potassio, o sodio e o lithio formam outro grupo natural; o bario, o stroncio, e o calcio formam outro, e assim por diante.

Não dizemos que seja esta a ultima palavra pronunciada pela Sciencia na classificação natural dos corpos simplicies, mas é certo que as ideias de Dumás dão esperanças de em breve se conseguir este tão util fim.

## CLASSIFICAÇÃO DOS CORPOS COMPOSTOS.

Uma das divisões mais antigas que se conhecem, é a dos corpos em organicos e inorganicos. Em todos os tempos se reputou esta distincção como uma das mais incontestaveis,

eidas mais solida e firmemente estabelecidas. A origem, a composição, as forças e as leis que presidem á formação d'ambas as classes, parecem bases inabalaveis de suas differenças. A vida, o principio vital, reis as palavras magicas que encerram todo o enigma e todo o mysterio da organisação: a affinidade, a electricidade, o calor, a luz &c., reis as causas dos phenomenos da materia inorganica.

Um corpo organiado hjamaes se formará, embora estejam reunidos todos os elementos que o devem constituir, e um corpo inorganico forma-se todas as vezes que os principios que o compoem, se acham em circumstancias favoraveis para obedecerem ás forças que os sollicitam. Esta differença de origem é mui caracteristica; quer consideremos a vida nos seus phenomenos primordiales e na sua creação, quer a contemplemos no exercicio de sua existencia individual. Mergulhe-se uma planta n'uma mistura d'oxygênio, d'hydrogênio, de carbono e d'azoto, ella não assimilará nenhum d'estes elementos, e morrerá á mingoa d'alimento. E' mister subministrar-lhe estes elementos no estado de agua, d'acido carbonico e d'humus; e assim mesmo é necessario que estas substancias, para serem uteis, sejam administradas em certas condições, e em dadas circumstancias, isto é, a uma certa temperatura, de baixo de uma dada pressão atmospherica, e em certo estado electrico do ar e d'outros agentes phisicos &c. O que dizemos em relação aos vegetaes, applica-se exactamente aos animaes: o carbono, a agua, o hydrogênio carbonado, e o nitrato de ammoniaco, embora sejam administrados em proporções convenientes para fermarem os tecidos animaes, jamais poderão servir para a nutrição. O trabalho vital da assimilação só se pode effectuar com substancias extrahidas do reino animal ou vegetal, isto é, com substancias que ja tenham servido para a manifestação e conservação da vida. A origem é

por tanto a base mais natural e a mais incontestavel que nos apresenta a natureza para distinguir os compostos organicos dos inorganicos; é a origem que imprime a uns e a outros o verdadeiro sello da sua differença. Os outros caracteres deduzidos da sua composição e das leis que regem as suas combinações são mais susceptiveis de duvidas e de objecções como vamos ver.

Os elementos dos compostos organicos não são os mesmos dos inorganicos. O oxygeno, o hydrogêno, o carbonio e o azoto são os elementos principaes de que se compoem os productos organicos; e em muitos casos tambem se encontram o phosphoro, o enxofre, o arsenico, o selenio, o ferro, o chloro, o potassio, o sodio, o fluor, o calcio, o magnezio &c. Ainda que só os primeiros quatro elementos sejam considerados pelos Chemicos como essenciaes, e os outros como accessorios, todavia devemos reflectir, que tambem na natureza inorganica são estes principios os que constituem, pela sua combinação entre si compostos mais abundantes: a agua formando as tres quartas partes do globo, e o ar servindo de involucto em toda a sua extensão são exemplos da extrema abundancia d'aquelles principios. É certo porem que na natureza inorganica ha mais de sessenta elementos para produzirem toda a variedade de compostos; e no reino organico ha apenas quatro elementos que formam a quasi totalidade de seus productos.

Se da simples consideração da sua composição elemental passarmos a estudar as leis que regem as combinações chemicas, descobriremos ainda differenças positivas entre os compostos organicos e inorganicos.

As leis da composição atomica nos corpos inorganicos são em geral simples e faccis de interpretar, em quanto que, as que regem as combinações organicas são obscuras, complicadas, e difficeis de conciliar com as regras ordinarias da Chimica mineral. O acido sulphurico,

por exemplo, contem um atomo de enxofre, e tres de oxygeno; o acido hydrochlorico um atomo d'hydrogeno e um de chloro; em quanto que o acido tartarico, que pertence ao reino vegetal, é composto de quatro atomos de carbono, quatro d'hydrogeno, e cinco d'oxygeno. O acido gallico tem uma composição ainda mais complexa, pois consta de quatorze atomos de carbono, seis d'hydrogeno, e cinco d'oxygeno.

Os Chimicos modernos trabalham com affieco em reduzir ás mesmas leis as combinações organicas e inorganicas, dizendo que a lei das proporções difinitas, a lei do dualismo e a isomeria se observam tanto n'uma, como n'outra classe de compostos. Quando discutirmos as theorias que versam sobre a constituição atomica dos corpos, teremos melhor occasião de reflectir sobre estes pontos litigiosos.

No que podemos, porem, desde já assentar, é que a distincção puramente chimica dos corpos em organicos e inorganicos não é ainda uma verdade rigorosamente demonstrada.

Diz Dumás que, quando vemos por uma parte as substancias animaes resolverem-se pela putrefacção em acido carbonico, agua e ammoniaco, e observamos pela outra as plantas nutrirem-se d'ammoniaco, d'agua e d'acido carbonico, somos induzidos a considerar estes corpos com o limite que separa o reino mineral do organico. Certo numero de compostos chimicos pertencentes ao reino organico já hoje se produzem em nossos laboratorios com a mesma facilidade com que elles apparecem formados no organismo. Se tractarmos o amido pelo acido sulphurico, obteremos assucar, tal qual existe nos fructos saecarinos; se sobre o assucar fizermos reagir o acido nitrico, haverá producção de acido oxalico. O peroxydo de manganez aquecido conjunctamente com o acido sulphurico e serradura de madeira dá o acido formico; o cyanogeno pode resul-

far da calcinação da potassa com o sangue, e o acido cyanico distillado com o ammoniaco forma a urea. Convem porem observar que em todas estas reacções, se transformam productos organicos pouco estaveis, em compostos muito mais fixos, que resistem a uma temperatura muito mais elevada que os primeiros.

Resumindo, podemos concluir; que a divisão dos corpos compostos em organicos e inorganicos, pode no dominio da Historia Natural, constituir ainda, um principio de difficil contestação, porque o caracter da especie e da individualidade organica, ou a formação, crescimento e desenvolução dos compostos organicos são typos sufficientes para os distinguir dos compostos inorganicos; mas em presença das tendencias modernas da Chimica, é uma classificação que começa a perder o seu antigo prestigio, e uma ideia que vai cahindo em desuso.

13.<sup>a</sup> LIÇÃO.

**NOMENCLATURA — LINGUAGEM VICIOSA DOS ANTIGOS  
CHIMICOS — REFORMA DE GUYTON DE MORVEAU — NO-  
MENCLATURA ACTUAL, SUAS IMPERFEIÇÕES; NECESSIDA-  
DE DE UMA NOMENCLATURA CHIMICA PORTUGUEZA —  
DA COMBINAÇÃO, SEUS CARACTÈRES — DIFFERENÇAS EN-  
TRE COMBINAÇÃO E DISSOLUÇÃO — SERÃO UM E O MES-  
MO PHENOMENO?**

**NOMENCLATURA.**

**T**ODA a sciencia physica, dizia Lavoisier, é necessariamente formada de tres cousas: a serie de factos que constituem a sciencia; as ideias que os representam; e os vocabulos que os exprimem. O vocabulo deve fazer nascer a ideia, e a ideia pintar o facto.—O sabio que nestas poucas palavras designou as differentes partes de que se compõe uma sciencia, e que com tanta exactidão revelou a importancia da nomenclatura chimica, não podia deixar de lhe dar o cunho da grandeza do seu genio.

Até ao fim do seculo passado a linguagem chimica era um cahos monstruoso de nomes extravagantes, uma terminologia sem logica, nem grammatica, mais propria

de doutrinas mysticas, e d'uma arte de charlataes, do que d'uma sciencia philosophica e experimental. As palavras — ethiope marcial — panacea mercurial — pompholix — sal de duobus — lua cornea — pedra infernal — vitriolos — thurbith mineral — rosalgar — fezes d'ouro — licor fumante de libavio &c, — são outros tantos exemplos de palavras mal soantes, ridiculas e defeituosas, porque nem levemente designam a natureza dos corpos simples de que se compoem as referidas substancias; são symbolos, que representam a descoberta d'estas substancias, ou algumas de suas propriedades menos importantes, e que, fundando-se sobre analogias que não existem, suscitam mesmo ideias falsas sobre sua natureza.

Desde muito tempo que se sentia a necessidade de se reformar esta linguagem barbara, e de a accomodar aos progressos da sciencia, substituindo os termos improprios e arbitrarios por nomes simpliccs, claros, e faccis de reter na memoria.

O grande segredo da nomenclatura é facilitar pelas palavras a comprehensão das cousas. Não basta comprehender os objectos de uma sciencia, é necessario ainda que elles tenham um nome que pinte ao nosso espirito as suas propriedades e a sua natureza. A nomenclatura não descreve, define somente, e os nomes que ella emprega, não devem ser senão um resumo da definição. O erro dos antigos era não se conformarem com estas regras. A nomenclatura moderna das Sciencias tem um valor philosophico, porque não só facilita o estudo, senão que é a expressão de uma theoria; de sorte que ao mesmo tempo que a theoria dá o nome, este indica a theoria. Tem-se objectado contra esta relação da nomenclatura com theoria, a necessidade de mudar os nomes com as reformas das theorias, o que não é preciso, usando de denominações puramente technicas que se conservam sem alteração. Mas em geral é desvantajoso tudo o que contri-

bue para tornar estacionaria uma parte qualquer d'alguma Sciencia; é mister que tudo caminho á proporção que as descobertas e os conhecimentos se multiplicam, e a mudança da nomenclatura, longe de prejudicar, é pelo contrario mais um meio para facilitar a marcha das ideias.

Foi Linnêo o primeiro que fez couhecer o artificio da nomenclatura das Sciencias Naturaes; guiado pela logica natural de nossas ideias, supprimiu as phrases descriptivas dos Naturalistas que o tinham precedido, e quiz que todo o nome fosse sempre composto de duas denominações diferentes, uma generica, e outra especifica ou particular, subordinadas uma á outra.

Foi de certo, seguindo os dictames do illustre Author da Philosophia Botanica, que Guyton de Morveau compoz o seu plano de reforma da nomenclatura chimica. Já Macquer e Baumé faziam votos pela realisação deste projecto, e foram os primeiros a modificar a viciosa terminologia antiga, reunindo na mesma classe todos os corpos em que entrava o mesmo principio. Macquer já applicava o nome generico de vitriolo—com que designava o sulphato de ferro—aos outros saes formados pelo acido vitriolico. Baumé e outros Chemicos davam o nome de nitros— a todos os saes formados pelo acido nitroso, de greda—aos carbonatos, &c. E' certo porem que todas estas nomenclaturas eram ainda muito imperfeitas, e estavam mui longe de satisfazer ás necessidades da Sciencia. Foi em 1782 que Guyton propoz um verdadeiro systema de nomenclatura, que muito simplificáva a linguagem chimica. Este projecto, que foi apresentado á Academia das Sciencias de Paris, foi examinado, discutido e modificado por Lavoisier, Fourcroy, e Bertollet. A honra da invenção pertence pois a Morveau, mas o seu desenvolvimento e applicação util cabe aos outros sabios, e principalmente a Lavoisier. Estes Authores publicaram em

1787 uma memoria na qual expuseram os principios e as bases da nova nomenclatura, verdadeira Carta da Chimica moderna, conquista immensa, sem a qual a sciencia não teria feito em tres seculos os progressos que tem conseguido em cincoenta annos.

Tres ordens de factos, dominados pelo principio do dualismo, attrahiram particularmente a attenção dos quatro reformadores: os compostos acidos, os compostos basicos, e os productos salinos. Os corpos simplicies conservaram os nomes antigos; só os quatro elementos da natureza organica perderam as suas antigas denominações. O ar vital recebeu o nome de oxygeno, que em sentido etymologico quer dizer gerador dos acidos; ao ar inflammavel deu-se o nome de hydrogeno, gerador da agua; o ar dephlogisticado teve o nome de azoto, que quer dizer improprio para a vida; e o carvão, o de carbono. Os nomes dos corpos compostos foram derivados dos dos corpos simplicies, e formados de maneira que designam os principios constituintes e a natureza do composto. O que esta nomenclatura simples e methodica era no principio, ainda hoje o é com pequenas modificações.

Este systema engenhoso tem prestado á Sciencia importantes serviços, pelo artificio de indicar simplesmente pela desinencia das palavras a composição dos corpos, e é em geral sufficiente para representar os principaes grupos da Chimica inorganica. Esta terminologia constitue ainda hoje a linguagem mais clara, mais simples e elegante da Chimica; linguagem que se pode fallar, escrever, e comprehender sem grande difficuldade. Muitas reformas se tem pretendido fazer, e não se passa anno algum, em que se não proponham novos planes de nomenclatura mais ou menos viciosos, sem concisão, sem harmonia, e mais com o fim de representar hypotheses, do que de exprimir as verdades da Sciencia.

De todas as modificações que se tem feito á no-

nomenclatura de Morveau, a de Berzelio é a mais philosophica, porque estabelece regras que destroem alguma arbitrariedade e confusão na denominação dos compostos. Estas alterações reduzem-se principalmente a derivar o nome do genero do corpo electro-negativo, e a generalisar o methodo das terminações nos oxydos e nos saes, substituindo as proposições que servem de indicar os diferentes grãos de oxydação. Não obstante porem estas modificações, a nomenclatura actual ainda é uma lingua gem muito imperfeita, e está bem longe de offerecer um quadro fiel dos conhecimentos chimicos. Todos os dias a Chimica faz progressos, e ninguem ha, que não conheça a necessidade de reformar a sua terminologia; mas esta necessidade por modo nenhum nos authorisa a introduzir precipitadamente e a esmo, grande numero de expressões extravagantes, e até pouco grammaticaes.

Os inconvenientes notados por Baudrimont na actual nomenclatura são os seguintes: primeiro: distinguir os compostos oxygenados, de todos os outros por terminações particulares, o que destroe a harmonia que deve existir entre todos os compostos correspondentes da mesma ordem: segundo: não terem nomes semelhantes todos os compostos equivalentes: terceiro: dar o titulo d'acidos a corpos que o não são, taes como os saes hydricos: quarto: applicar-se difficilmente a compostos de constituição complicada: quinto: dar ideias inexactas da composição d'alguns corpos. Baudrimont pretende reformar e aperfeicoar o systema da nomenclatura actual, mas devemos reconhecer que, se a critica é facil, a arte comtudo é difficil.

É bem de lastimar a falta de uma nomenclatura chimica portugueza; na impossibilidade de a crear propria e nacional, fôra muito para desejar, que a franceza geralmente adoptada fosse ao menos aferida por um unico padrão nacional. Parece-nos mais conveniente a portuguezar certos termos, do que fallar e escrever cegamente francez em portuguez.

## DA COMBINAÇÃO.

O que é combinação? Em sentido generico é a união de dous ou mais corpos, dando em resultado um corpo composto; é a significação geral da palavra em sentido etymologico, applicada á Chimica, — a reunião ou associação de duas ou mais cousas — de *cum* e *бина*. Algumas vezes confunde-se o phenomeno com o resultado, chamando áquelle reacção ou acção chimica, e a este combinação; mas para sermos rigorosos devemos reservar para os effeitos das acções chemicas os termos combinação e decomposição, e para o producto da combinação o nome de composto. Assim considerada a combinação, é mister ainda saber o que se entende por combinação chimica propriamente dita, quaes são os seus caracteres essenciaes, e em que differe da mistura e dissolução. Quando dous ou mais corpos se combinam, a união é de molecula a molecula, e ha uma força chamada affinidade que produz esta união. Quando dous ou mais corpos se unem para formarem uma mistura, a união tem lugar entre fragmentos mais ou menos tenues, que ou não são ligados entre si por alguma força, ou o são simplesmente por adhesão. — Na combinação desaparecem mais ou menos as propriedades dos principios componentes, e ha formação d'um corpo homogeneo, no qual não é possivel distinguir a menor parcella d'aquelles principios, nem separal-os por algum meio mechanic. — Na mistura é sempre facil reconhecer os caracteres proprios de cada um dos ingredientes, e separal-os uns dos outros por alguma operação mechanic.

Nas circumstancias que acompanham o phenomeno, deparamos com outros titulos de differença entre combinação e mistura. Na primeira ha sempre desenvolução

de electricidade, quasi sempre elevação de temperatura, e algumas vezes apparição de luz. Na mistura não se manifesta nenhum d'estes phenomenos. A combinação tem sempre lugar em proporções definitas, constantes e invariaveis, e é acompanhada de alterações de volume, com augmento ou diminuição, de sorte que a densidade do novo producto não é a somma das densidades dos componentes. Na mistura não ha limites nas proporções dos corpos misturados, e o volume do composto é igual á somma dos volumes dos componentes.

Se é facil porem assignar verdadeiros limites entre combinação e mistura, não succede o mesmo, quando pretendemos distinguir a primeira, da dissolução e da liga. A este respeito não estão os Chemicos d'accordo, querendo uns considerar as dissoluções e as ligas como verdadeiras combinações, e outros não. As razões, em que estes se fundam, podem reduzir-se ás seguintes: 1.<sup>a</sup> a dissolução conserva intactas as propriedades chemicas de cada substancia, e é facil separar o corpo dissolvido do dissolvente por operações puramente physicas, sem ser mister o auxilio de meios chemicos, ou a intervenção da affinidade de outro corpo, como é necessario para desfazer uma combinação. Assim, quando o assucar, o sulphato de magnezia, e o sal commum formam dissoluções aquosas, o primeiro conserva a seu sabor doce, o segundo o amargo, e o terceiro o salgado, e todos tres podem facilmente ser separados da agua pela evaporação: 2.<sup>a</sup> é d'observação que os corpos têm tanto menos tendencia a combinar-se, quanto mais se assemelham pelas suas propriedades, e que os compostos formados n'estas circumstancias apresentam tanta analogia com os elementos de que se compoem, que pouco parecem differir de misturas mechanicas. Pelo contrario os corpos combinam-se tanto mais facilmente, e com uma energia tanto maior, quanto mais oppostas e differentes são as suas propriedades. Na

dissolução observam-se phenomenos inversos: um corpo dissolve-se tanto mais facilmente n'um liquido, quanto maior é a analogia de composição que existe entre o dissolvente e o corpo dissolvido. Os solidos dissolvem-se geralmente em liquidos d'uma natureza muito analoga: por exemplo, a agua, que é um corpo oxygenado, dissolve os acidos; o mercurio une-se com os metaes; o alcohol, o ether, e os oleos essenciaes que são materias muito hydrogenadas, dissolvem as gorduras, substancias em cuja composição predomina o hydrogênio. Cumpre alem disto notar que em todos estes casos, o producto pouco differe das substancias que o formam; o seu cheiro, a sua cor, o seu sabor, as suas propriedades chemicas e até a sua acção medicinal pouco se modificam: 3.<sup>a</sup> Na combinação ha desenvolvimento de calor, na dissolução, pelo contrario, manifesta-se as mais das vezes uma diminuição de temperatura muito sensivel, como se observa na dissolução de muitos saes na agua, taes como o sal ammoniaco, sulphato de soda, phosphato de soda, chlorureto de potassio &c. — 4.<sup>a</sup> A combinação tem sempre lugar em proporções definitas; na dissolução não ha limites fixos entre as quantidades relativas dos corpos que se associam, para baixo do ponto de saturação do liquido a uma certa temperatura.

Estes caracteres estabelecem, com effeito, uma grande differença entre as dissoluções, e as combinações propriamente ditas, que se operam em proporções definitas; mas não nos parecem sufficientes para negar á dissolução o titulo de combinação. Examinaremos cada um dos referidos argumentos.

Porque a dissolução não altera as propriedades chemicas das substancias dissolvidas, não se segue que não se deva considerar como uma combinação. Muitas combinações ha em proporções definitas em que se offerecem os mesmos phenomenos: em todos os

compostos, em que a saturação é imperfeita, observam-se modificações apenas sensíveis nas propriedades de um dos elementos; por exemplo, nos saes alkalinos com excesso d'acido ou d'alkali, os caracteres do acido ou do alkali conservam-se quasi tão intactos, como n'uma simples dissolução. Não serão os sub-carbonatos alkalinos verdadeiros compostos chimicos? E comtudo não se observam nestes saes as propriedades do alkali bem sensíveis? Diz-se mais, que na dissolução é sempre possível separar o corpo dissolvido do dissolvente por meios puramente physicos, como é, por exemplo, a evaporação. Cumpre porem advertir que a acção do calor é a verdadeira causa da decomposição, e não a evaporação do liquido, que é um phenomeno posterior á decomposição. E não acontece o mesmo em muitas combinações propriamente ditas? Não são muitos oxydos metallicos reduzidos a uma temperatura elevada? Não são certos sulphuretos e chloruretos decompostos pela acção do calor? Não estão no mesmo caso os chloratos, os azotatos, a maior parte dos sulphatos, &c? Em geral, quando um dos elementos d'um composto é gazoso ou volatil, quasi sempre pode ser expellido do composto pela acção do calor, e nem por isso se dirá que nos exemplos referidos e em muitos outros não haja uma verdadeira combinação.

O segundo character differencial tambem não estabelece verdadeira distincção entre combinação e dissolução. A mudança de propriedades chimicas dos corpos nem sempre é o resultado de uma combinação. Os numerosos factos do isomerismo e da allotropia mostram que uma simples modificação no arranjo mollecular é sufficiente para dar a um corpo um typo inteiramente novo; sirvam de exemplo o enxofre, o chloro, o carbono, os carbonatos calcareos &c.

Demais, se só corpos semelhantes se dissolvessem, e só corpos differentes se combinassem, o chloro e o iodo

não poderiam unir-se chimicamente, e nem o arsenico e o tellurio se combinariam com os metalloides. A afinidade não está sempre na razão da diversidade de propriedades dos corpos, porque o oxygeno e o hydrogeno, que são corpos tão differentes de todos os outros, são muitas vezes substituidos por elementos de propriedades chemicas oppostas. O oxygeno devêra ser o corpo que formasse sempre compostos mais estaveis e fixos, e nem sempre os factos mostram isto. Os oxydos não deveriam combinar-se entre si, nem os acidos. Que differenças chemicas mais importantes podem haver do que as que se observam entre os acidos e a agua? Este é um corpo neutro e indifferente; aquelles são compostos electro-negativos, e dotados de attributos os mais energicos; e contudo os acidos dissolvem-se na agua. Se certas circumstancias favorecem ou impedem a combinação, tambem não modificam menos a dissolução. O augmento de calor, se umas vezes facilita as combinações, e outras as difficulta, tambem n'uns casos apressa as dissoluções, e n'outros as retarda: a prata que se oxyda a uma temperatura elevada, perde o seu oxygeno a um gráo de calor menor; o sulphureto d'antimonio dissolve a uma temperatura elevada o antimonio, o qual se separa e crystallisa pelo arrefecimento. Poderá duvidar-se de que a dissolução dos saes na agua seja uma verdadeira combinação? Porque serão uns soluveis e outros insoluveis no mesmo liquido? Porque serão uns soluveis na agua e insoluveis no alcohol, e vice versa? Se examinarmos com attenção as circumstancias que presidem á dissolução dos saes na agua, veremos que tudo nos inculca que este phenomeno é uma verdadeira combinação chimica. Os saes soluveis ou são saes formados por bases energicas, nos quaes predomina a tendencia alkalina, ou compostos de acidos fortes, e nos quaes sobressahem as propriedades acidas. A agua representa a respeito d'estes saes o papel de acido ou de base, e d'a-

qui vem o dissolver mais facilmente os saes basicos, ou os saes acidos, segundo a natureza da base e do acido; aquelles em que a base se acha exactamente saturada pelo acido são em geral os menos soluveis.

O terceiro caracter tambem não é sufficiente para distinguir a combinação da dissolução, porque o augmento de temperatura nem sempre se manifesta nas combinações chemicas; muitas vezes observa-se o contrario. O sulphato de soda crystallizado dissolvido nos acidos chlorhydrico, sulphurico, e azotico diluidos produz um arrefecimento tal que é capaz de congelar a agua. A oxydação do ferro ao ar humido não é acompanhada de desenvolução de calor, pelo menos sensivel. A combinação do oxygeno com grande numero de metaes, para formar oxydos, opera-se na maior parte dos casos sem desenvolvimento algum de calorico. Considerar como caracter de combinação o desenvolvimento da luz e calorico, fôra dar a esta palavra a mesma significação que á combustão. Demais, conhecem-se muitos phenomenos caracterizados pelo apparecimento de calor e de luz, e em que não ha combinação alguma chimica.

Se chocarmos com força um pedaço de ferro com um martello, chegaremos a aquecel-o a ponto de se tornar candente. Se comprimirmos rapidamente e com força uma porção d'ar, d'oxygeno, ou de chloro contido em um tubo de vidro, haverá desenvolução consideravel de calor e de luz, sem alteração na natureza d'estes gazes. Rumford fez a seguinte experiencia. Tomou dous cylindros metallicos, formados d'uma liga de cobre e estanho, um ôcco susceptivel de alojar na sua capacidade o outro que era massiço; imprimiu a um d'elles um movimento rapido de rotação sobre o seu eixo, e ambos elles se tornaram candentes. Depois da experiencia, quando o arrefecimento foi completo, achou que nada tinham perdido do seu calorico livre, nem do latente,

que sua densidade não augmentára, e sua natureza não experimentára alteração alguma. Se submettermos um fio metallico á acção d'uma corrente galvanica, o fio entrará em ignição, se a extensão de sua superficie não for sufficiente para a passagem do fluido electrico. O mesmo succede, quando em vez do fio metallico empregamos um fragmento de carvão, realisando-se estas experiencias tanto no gaz azoto, como no ar, ou no oxygeno. Fica por tanto demonstrado que pode haver desenvolvimento de calor e de luz, sem haver combinação, e por consequente que tal caracter não pode servir de distincção a este phenomeno chimico.

Em fim a lei das proporções definitas, que se quer reputar privativa das combinações, tambem pode applicar-se ás dissoluções. Em toda a dissolução pode admitir-se um hydrato, formado pela agua e pela substancia dissolvida em certas e determinadas quantidades, e tal composto não pode deixar de se considerar como um composto definito. Da mesma sorte que a combinação, a dissolução parece depender d'uma verdadeira afinidade; como ella, apresenta um caracter electivo, porque nem todas as substancias são soluveis no mesmo liquido, nem todas o são no mesmo gráo. Por ventura diremos nós, que certos compostos organicos, que parecem subtrahir-se á lei das proporções definitas, não são verdadeiras combinações chemicas? Parece-nos pois que tambem de baixo deste ponto de vista, não ha razão para reputar a dissolução diferente da combinação, e que ha antes sobejas razões para as considerarmos como um e o mesmo phenomeno chimico, só differente no gráo da sua manifestação. A mesma força, os mesmos phenomenos, e as mesmas leis lhe presidem, e á vista de taes analogias, não nos podemos conformar com a opinião de chemicos, aliás muito respeitaveis, taes como Dumas e Dupasquier.

## 14.<sup>o</sup> LIÇÃO.

**THERMO-CHIMICA — COMBUSTÃO — THEORIA DE LAVOISIER, SUA INSUFFICIENCIA — LEIS THERMO-CHIMICAS DE WELTER, DULONG, HESS, E ANDREWS. — ELECTRICIDADE DESENVOLVIDA NAS ACÇÕES CHIMICAS — EXPERIENCIAS DE BECQUEREL — APPARIÇÃO DE LUZ.**

**T**EMOS visto o que constitue o caracter essencial e permanente da combinação chimica, e em geral, os phenomenos que a acompanham, e que são outros tantos caracteres notaveis da acção chimica, como vamos ver.

### THERMO-CHIMICA.

A desenvolução de calor que se manifesta nas acções chimicas, é um phenomeno conhecido desde tempos muito remotos. As observações mais vulgares nos mostram que as acções chimicas são geralmente acompanhadas d'uma elevação de temperatura. O que é a combustão, que todos os dias vemos em nossos fornos, em nossos fogões, e em milhares de usos e de operações domesticas, senão um phenomeno resultante da combinação do oxy-

geno do ar com o carvão e outras materias empregadas como combustiveis? O calor que se desenvolve em todas estas combinações é um agente precioso que o homem emprega para satisfazer ás mais urgentes necessidades. A illuminação pelo azeite ou pelo gaz nos offerece outro exemplo de combinações acompanhadas de evolução de calor. Em todos estes casos ha producção de luz e calor, constituindo o que chamamos fogo; mas não é sómente nas combinações acompanhadas de apparecimento de luz que se observa elevação de temperatura. Todos sabem que a extincção da cal viva não é outra cousa senão a combinação da cal anhydra com a agua, o que durante este phenomeno a temperatura augmenta a ponto de poder determinar a inflammção da polvora. Se lançarmos acido sulphurico concentrado sobre magnesia caustica, este corpo aquecerá até á temperatura rubra; e se empregarmos o acido diluido, haverá um augmento de calor muito consideravel, ainda que não haja incandescencia. Estes exemplos que poderamos multiplicar, provam que ha elevação de temperatura em todas as combinações chemicas feitas em circumstancias favoraveis; e que este desenvolvimento de calor, que em alguns casos somente é d'alguns grãos, pode em outros, quando se exercem affinidades mais energeticas, ser assaz consideravel para produzir a ignição.

Ha muito que os physicos trabalham por descobrir a causa da producção do calor nas combinações, e determinar as leis que regem estes phenomenos. Lavoisier estudando particularmente a acção do oxygeno sobre certos corpos, e guiado pelas experiencias de Black sobre o calorico latente, inventou uma theoria, pela qual se explicava facilmente a desenvolução do calor nas combinações chemicas. N'esta theoria attribue-se o phenomeno á mudança d'estado que experimentam os corpos, quando se combinam: assim, quando corpos gazosos se combinam para

formarem um composto liquido ou solido, ha desenvolvimento de calor proveniente da mudança d'estado menos denso para outro mais denso. A combinação do oxygeno com o phosphoro produz uma temperatura mais elevada do que com o hydrogêno; porque no primeiro caso o producto da combustão é solido, e no segundo é liquido.

Por este mesmo exemplo é facil de ver o pouco fundamento d'esta theoria; pois, se o calor proviesse sómente da mudança d'estado, a combustão do hydrogêno produziria maior temperatura que a do phosphoro, porque este é solido, e aquelle gazoso. Mas muitos outros factos contradizem a explicação dada por Lavoisier. A inflammacão da polvora no vazio produz grande desenvolvimento de calor, e contudo o oxygeno existia na polvora no estado solido, e passou ao estado gazoso. Quando se lança acido nítrico em oleo de therebentina opera-se uma combustão assaz violenta, não obstante os dois corpos serem liquidos, e produzirem substancias gazosas. A combustão do hydrogêno com o chloro é uma das mais violentas que se conhecem; estes corpos são gazosos, combinam-se sem condensação, e dão origem ao acido chlorhydrico, que é tambem gazoso. Onde houve pois mudança d'estado ou condensação? Donde provem a grande quantidade de calor desenvolvida pela combinação de materias inflammaveis com o chlorato de potassa, se o oxygeno existe aqui no estado solido? Na combustão do carvão devêra antes haver abaixamento de temperatura, porque o carbono passa do estado solido ao estado gazoso, e o oxygeno não muda d'estado.

Estes factos, fazendo conhecer que a desenvolvimento de calor que se manifesta durante as combinações, não pode attribuir-se ao calorico latente que os corpos contêm, e que se torna livre pela mudança d'estado que elles experimentam no acto da combinação, conduziram alguns Chi-

micos a suppor, que o phenomeno é devido a uma diminuição de capacidade calorifica no composto, em relação á somma das capacidades calorificas dos componentes. Todavia as recentes experiencias de Becquerel demonstram que muitos productos da combustão tem maior capacidade para o calorico, do que a somma das capacidades dos dous corpos que concorreram para a sua formação. O acido carbonico, por exemplo, tem uma capacidade calorifica superior á somma das capacidades calorificas do oxygeno e do vapor do carbono. Estes factos e outros muitos que poderiamos referir provam, que o calor desenvolvido nas combinações chemicas nem sempre se pode attribuir a uma diminuição de capacidade calorifica. Nem as combinações chemicas são sempre acompanhadas de condensação, ou de diminuição de capacidade calorifica, nem a quantidade de calor que pode manifestar-se por effeito d'estas causas representa exactamente o que se desenvolve nas combinações: é no movimento molecular, que tem lugar durante este phenomeno, que reside provavelmente a causa da producção do calor.

A questão thermo-chimica é uma questão muito complexa, e que ainda hoje não está plenamente resolvida. Os trabalhos relativos a este objecto podem dividir-se em duas epochas: na primeira só se descobrem factos isolados; na segunda encontram-se tentativas para descobrir as leis que regem estes factos. Occupar-nos-hemos somente dos trabalhos do segundo periodo. A primeira lei foi descoberta por Welter, que a formulou da maneira seguinte.—A mesma quantidade de oxygeno combinando-se com differentes corpos, desenvolve quantidades de calor iguaes ou multiplas umas das outras —.

Dulong tambem se esmerou em determinar a quantidade de calor desenvolvido em muitas acções chemicas, e de suas numerosas experiencias deduziu uma relação

simples entre o calor específico, e a quantidade de calor desenvolvida por uma mesma absorção d'oxygeno. Baudrimont diz que se podem tirar algumas consequencias geraes dos trabalhos de Dulong, taes como as seguintes: 1.<sup>a</sup> Os gazes que na sua combinação com o oxygeno experimentam a mesma condensação, desenvolvem a mesma quantidade de calor, taes são o hydrogeno, e o oxydo de carbono: 2.<sup>a</sup> Os metaes e seus oxydos inferiores, passando ao maximo gráo d'oxydação, desenvolvem a mesma quantidade de calor, quando exigem a mesma quantidade de oxygeno, taes são o cobre, o estanho, e os seus protoxydos, passando ao estado de bioxydos. Estas consequencias encerram já a importante lei formulada depois por Hess, a saber, — que as quantidades de calor desenvolvidas pelos corpos que se combinam em proporções multiplas, estão tambem entre si n'uma relação simples e multipla.

Hess é dos Authores modernos o que parece ter profundado mais a materia, e que tem applicado a maior numero de corpos as leis da thermo-chimica, que até então se tinham limitado ás combinações dos diferentes corpos com o oxygeno. Hess estudou a desenvolução do calor na dissolução de certos saes na agua, na combinação do alcohol e do acido sulphurico com o mesmo liquido; na acção das bases sobre os acidos &c., e chegou ás seguintes conclusões: 1.<sup>a</sup> A mesma quantidade de acido, saturando diferentes bases, desenvolve a mesma quantidade de calor: 2.<sup>a</sup> A mesma quantidade de base desenvolve quantidades de calor diferentes com diversos acidos.

O acido sulphurico combinando-se com a agua em diferentes proporções desenvolve quantidades de calor que estão entre si na mesma relação simples. Se em vez de operarmos a união d'estes dous corpos successivamente, os combinarmos de uma só vez, a quantidade de calor

que se manifesta, é igual á somma das que se obtêm, operando parcialmente. Se combinarmos uma base com um acido em differentes grãos de diluição, observaremos que as quantidades de calor sensível vão diminuindo á medida, que a quantidade de agua augmenta. Generalizando estes resultados, Hess tirou como consequencia a lei, que já citamos. Mas fôra muito para desejar, que experiencias variadas e repetidas, feitas em maior numero de corpos, viessem confirmar esta lei interessante.

Um dos factos mais importantes da Thermo-Chimica, e que Hess tentou explicar, é a thermo-neutralidade, ou a neutralidade thermo-chimica. É observação já antiga, que nas reacções chemicas, que se effectuam por duplas substituições, não se reconhece nunca a minima elevação de temperatura. Hess explica este phenomeno da maneira seguinte. — Quando dous saes são susceptiveis de se decompor mutuamente, devem produzir exactamente tanto calor quando se formam, quanto produziriam os saes, que elles podem formar por dupla substituição. Isto é evidente, porque os generos de saes não mudam, e as quantidades de calor são sempre as mesmas em todos os saes do mesmo genero. É porém com razão, que Baudrimont diz, que este modo de raciocinar nada explica, porque as quantidades de calor produzidas, em logar de se subtrahirem uma da outra, devem reunir-se para augmentar a temperatura; e em vez d'esta explicação Baudrimont offerece a seguinte como mais verosimil. Na separação dos elementos de um composto deve haver uma absorpção de calor exactamente igual á que se desenvolve, quando elle se reconstitue; d'estas duas quantidades iguaes, e de signaes contrarios, deve provir uma compensação perfeita, e a invariabilidade da temperatura.

Andrews é tambem um dos Physicos, que muito tem trabalhado recentemente nestas questões de Thermo-Chimica, e formulou em tres leis as consequencias de

suas numerosas experiencias. — 1.<sup>a</sup> Lei. — A quantidade de calor produzida pela união dos acidos com as bases, depende da base e não do acido, porque a mesma base combinando-se com um equivalente de differentes acidos dá pouco mais ou menos a mesma quantidade de calor, em quanto que bases diversas combinadas com o mesmo acido produzem quantidades differentes. — 2.<sup>a</sup> Lei. — Quando um sal neutro se transforma n'um sal acido, combinando-se com um ou muitos equivalentes de acido, não ha mudança alguma de temperatura. — 3.<sup>a</sup> Lei. — Quando um sal neutro se converte n'um sal basico, combinando-se com uma nova proporção de base, a combinação é acompanhada de desenvolvimento de calor. A primeira lei é desmentida por algumas excepções. O peroxydo de mercurio, que desenvolve a mesma quantidade de calor com os acidos azotico e acetico, não se comporta do mesmo modo com os hydracidos, como v. g., os acidos chlorhydrico, cyanhydrico e iodhydrico. O acido cyanhydrico tambem faz excepção a esta lei, porque com a potassa, com a soda, com a baryta e com o ammoniaco produz perto de tres grãos de menos que os outros acidos. A segunda lei deduziu-a Andrews da conversão do oxalato neutro de potassa em oxalato acido. A terceira verificou-a transformando os phosphatos e arseniats neutros alkalinos em sub-phosphatos, e sub-arseniats.

As alterações de temperatura nas acções chemicas nem sempre consistem em augmento de calor, muitas vezes observa-se, pelo contrario, uma diminuição consideravel. A dissolução de certos saes hydratados na agua, e a reacção de certos acidos sobre os saes são causas de producção de frio, ás vezes tão consideravel, que misturas d'esta natureza podem ser empregadas para congelar a agua. Já em outro logar, quando tractámos de fixar os caracteres da combinação chimica, fizemos ver, que muitas vezes, longe de haver augmento de temperatura, ha pelo contrario diminuição.

*Electricidade desenvolvida nas acções chemicas.*

Os efeitos calorificos não são os unicos phenomenos physicos, que acompanham a combinação; experiencias numerosas e positivas, devidas especialmente ao génio de Becquerel, demonstram, que as acções chemicas não se effectuam nunca sem que se manifestem tambem effeitos electricos. Já Lavoisier e Laplace observaram, que na reacção do acido sulphurico sobre a limalha de ferro se desenvolve uma quantidade de electricidade sufficiente para carregar um condensador, e que durante a evaporação de um liquido o vaso se apresenta electrizado positiva ou negativamente, e o vapor em sentido contrario. Davy e Becquerel emprehenderam tambem grande numero de experiencias sobre o mesmo objecto, das quaes dará uma idéa a seguinte. — Se mergulharmos no acido azotico puro as extremidades de dous fios de oiro, e os fizermos communicar pelas outras extremidades com o fio de um galvanometro, não observaremos effeito algum. Se juntarmos porém algumas gottas d'acido chlorhydrico ao acido azotico, a acção chimica immediatamente se declarará, e a agulha do multiplicador indicará por um desvio sensivel uma acção electrica correspondente. No primeiro caso não ha acção chimica, porque o acido azotico não ataca o oiro. Ajuntando porém acido chlorhydrico ao acido azotico, o oiro combina-se com o chloro da agua regia, e esta combinação determina a desenvolução d'electricidade. — O metal nesta experiencia adquire a electricidade negativa, e o acido a positiva. Generalisando esta consequencia, que é deduzida de muitas outras experiencias, devemos concluir, que quando os corpos reagem chimicamente uns sobre os outros, se constituem em estados electricos oppostos. Este estado electrico não é

absoluto: o mesmo corpo pôde adquirir uma ou outra especie de electricidade, conforme o genero de reacções; a agua, por exemplo, é negativa relativamente aos alkalis, e positiva em relação aos acidos.

*Phenomenos luminosos em certas reacções chemicas.*

A luz é quasi sempre um indicio d'uma reacção chimica. Nossos processos d'illuminação os mais vulgares fundam-se na propriedade, que têm os corpos gordurosos de desenvolver pela combustão grande quantidade de luz,

Mas não são estes corpos os unicos, que pela sua união com o oxygeno se tornam luminosos; o phosphoro e o mesmo ferro produzem uma viva luz, quando ardem. E tambem não é sómente o oxygeno, que é proprio para a producção da luz: o enxofre e o chumbo, fundidos juntamente, tornam-se candentes no acto em que se combinam; o arsenico e o antimonio projectados no chloro á temperatura ordinaria, combinam-se com elle immediatamente, produzindo luz; o phosphoro e o iodo reagem com energia tornando-se luminosos; a baryta caustica, tractada pelo acido sulphurico, torna-se candente.

A chamma não é outra cousa senão um gaz em combustão, e H. Davy demonstrou, que a luz que elle produz é mais intensa, quando se fórma um corpo sólido no seu interior. Por aqui se explica a luz fraca da combustão do hydrogeno, e a luz viva e intensa da do phosphoro. A luz mais forte, que o homem tem podido produzir é a que se obtem dirigindo a chamma de um maçarico alimentado pelo gaz oxygeno sobre a greda. A luz desenvolvida nesta operação é comparavel á do sol, e permite produzir durante a noite os phenomenos do

microscopio solar. A luz não se desenvolve sempre a uma temperatura elevada; o phosphoro combina-se lentamente com o oxygeno do ar humido sem elevação sensivel de temperatura.

Não é só a combinação chimica, que produz a aparição da luz; nas transformações isomericas observa-se o mesmo phenomeno. Berzelio diz, que os oxydos de chromio, de zirconio, e de ferro, o antimoniato de cobre e o phosphato de magnesia se tornam repentinamente luminosos a uma certa temperatura sem mudarem de composição. Rose observou, que o acido arsenioso octaedrico, dissolvido no chlorureto hydrico, e exposto a uma temperatura de 50° pouco mais ou menos se conserva luminoso até que todo o acido octaedrico se tenha transformado em acido prismatico.

A phosphorecencia é um phenomeno, que parece depender de transformações moleculares. Se quebrarmos na escuridade os crystaes de proto-chlorureto de mercu-rio, obtidos por sublimação, e os crystaes de assucar, observaremos uma viva luz.

Berthollet considerava a combustão como uma força podes-rosa, capaz de contrabalançar a elasticidade, e de produ-zir combinações e decomposições. Admittia des esta força actua sobre as moleculas dos corpos muito tempo antes, que era effeitos se tornarem sensiveis. Em alguns de sua chimica applicativa Berthollet o facto seguinte: quando um liquido está proximo a condensar-se em um tubo em liquido, a dilataçã do vapor e a contractão do liquido, influenciaes pelo estado qu-ado ou liquido, que era aquinho, seguem uma progressão mais rapida, que a uma distancia maior d'estes ter-ros. Alguns Chineses tem combatido este argumento, dizendo, que a combustão não se contém nos principios, porque para isso teria, que se desloca-se um termo

15.ª LIÇÃO.

CAUSAS QUE MODIFICAM AS ACÇÕES CHIMICAS. — COHESÃO. — IDEIAS DE BERTHOLLET, E SUA DISCUSSÃO. — CALOR E SEUS EFEITOS. — ACÇÃO CHIMICA DA LUZ, OU ACTINO-CHIMICA. — PHOTOGRAPHIA, DAGUERREOTYPY. — ELECTRICIDADE. — INFLUENCIA DAS QUANTIDADES E MASSAS CHIMICAS, OBSERVAÇÕES DE MILLON. — INFLUENCIA DA EXTENSÃO DAS SUPERFICIES, DA CAPILLARIDADE, E DO ESTADO NASCENTE.

*Influencia da cohesão nas acções chemicas.*

Berthollet considerava a cohesão como uma força poderosa, capaz de contrabalançar a afinidade, e de produzir combinações e decomposições; e admittia que esta força actúa sobre as moleculas dos corpos muito tempo antes, que seus effeitos se tornem sensiveis. Em abono da sua opinião apresentava Berthollet o facto seguinte: quando um liquido está proximo a converter-se em gaz, ou um gaz em liquido, a dilatação do primeiro e a contracção do segundo, influenciadas pelo estado gazooso ou liquido, que vão adquirir, seguem uma progressão mais rapida, que a uma distancia maior d'estes termos. Alguns Chemicos têm combatido este argumento, dizendo, que a conclusão não se contem nos principios; porque para isso fôra mistér, que houvesse um termo

único e constante para a mudança de um liquido em fluido elastico, e reciprocamente, quando, pelo contrario, esta mudança se opéra debaixo de diferentes pressões, e a diferentes temperaturas. Seja porém verdadeira ou não a demonstração de Berthollet, é certo que elle admittia a preexistencia da cohesão muito antes de seus effeitos se manifestarem, e que a fazia intervir em todas as precipitações e dissoluções chemicas. Segundo Berthollet, a attracção molecular, que produz o estado solido, deve considerar-se como uma força que obra, não só quando a solidez se manifesta, mas ainda muito antes d'este termo, de modo que todas as vezes que se produz uma substancia solida por decomposição ou por combinação, é na acção reciproca das moleculas, que se reúnem para formarem o corpo solido, que reside a causa que o produz. Admittia assim que a cohesão é sufficiente para produzir um composto, que a affinidade de per si só não poderia formar; de maneira, que um corpo composto de dous,  $A + B$ , póde ser decomposto pelo corpo  $C$ , ainda que a affinidade d'este para qualquer d'aquelles seja menor do que a que elles possuem entre si, uma vez que o composto, que tem de se formar, seja solido.

Varias são as objecções, que se têm levantado contra esta doutrina, sendo a principal de todas ellas o desacerto ou antes a estranheza de fazer intervir uma força, que sómente se dá nas moleculas integrantes do novo composto, e antes por consequente de existirem estas moleculas. Póde conceber-se, que a cohesão começa a actuar na dissolução d'um sal antes do momento da crystallisação; é porém inconcebivel, que quando se misturam as dissoluções de dous saes susceptiveis de dar origem pela troca de suas bases a outros dous saes, a cohesão d'estes futuros saes possa determinar a sua formação. Poderá dizer-se, que a cohesão obra neste caso do mesmo modo, que a affinidade predisponente; porque muitos

câsos ha, em que um corpó não pôde decompor outro senão quando em presença d'elles se acha um terceiro, que pôde unir-se com o novo composto; o ferro, por exemplo, o zinco, e outros metaes sómente decompõem a agua a frio sob a influencia dos acidos energicos. Aqui vemos, que a affinidade do acido para o novo composto entra em acção antes de existir este composto, e determina até a sua formação. Do mesmo modo poderíamos, por tanto, conceber que a cohesão propria d'um composto pôde entrar em acção, logo que os elementos se achem em presença uns dos outros, e determinar assim a sua formação. Será porém a affinidade do acido para o oxydo metallico que deve formar-se, que determina a decomposição da agua e a formação do oxydo? Parece-nos que não, e que é mais plausivel suppor, que a presença do acido desenvolve uma força particular, que communica ao metal, e que este não possuia, quando se achava isolado. A platina, o cobre, e outros metaes offerecem-nos muitos exemplos d'esta natureza: a platina de per si só não decompõe o acido azotico, em quanto que uma liga de platina e prata se dissolve n'elle immediatamente; a agua não é decomposta pelo cobre sob a influencia do acido sulphurico, e todavia uma liga de cobre e zinco dissolve-se promptamente no acido sulphurico diluido com desenvolvimento de hydrogeno. Para explicar estes factos é forçoso admittir, que o contacto entre os dous metaes desenvolve uma força particular, e que é esta força, que determina a reacção; tanto mais, quanto é certo, que o contacto entre os dous metaes deve constituil-os em certo estado electrico, que pôde favorecer consideravelmente a reacção. Do mesmo modo podemos suppor, que não é a affinidade do acido para o oxydo, que se deve formar, que intervem na reacção, mas sim uma outra força que a presença do acido desenvolve, quer esta força seja electrica, como é de presumir, quer

seja d'uma natureza particular e desconhecida. Demais, se o principio de Berthollet fosse verdadeiro, formar-se-hiam de preferencia aquelles precipitados, que tivessem maior cohesão, o que nem sempre acontece, porque muitos casos ha, em que os precipitados têm menor cohesão do que os compostos, de que elles provêem, e seria necessario então admittir, que uma força menor pôde vencer outra maior.

Examinemos agora a influencia da cohesão nas dissoluções, admittida por Berthollet e outros Chemicos. Quando um corpo está em presença d'um dissolvente, a resistencia que o primeiro oppõe ao segundo exprime-se pelo nome de insolubilidade. Tem-se supposto, que esta depende não só da cohesão das moleculas semelhantes do corpo solúvel, mas tambem de sua affinidade para o dissolvente, de modo que, se um corpo em vez de ser solido, é liquido, o dissolvente receberá uma maior quantidade. Entremos na discussão d'este principio. É um facto bem reconhecido, que a cohesão dos corpos no estado solido é maior do que no estado liquido; logo, se a solubilidade depende essencialmente da cohesão, variando esta com as mudanças d'estado dos corpos, deve aquella variar igualmente. Se isto assim fosse, nenhuma dúvida teriamos em admittir as ideias de Berthollet; se provarmos porém, que tal resultado se não observa, isto é, que a solubilidade não soffre alteração com as mudanças d'estado dos corpos, poderemos com razão concluir, que a solubilidade não depende essencialmente da cohesão como pretendia Berthollet.

Estudemos a solubilidade de corpos, que reunam a dupla condição de serem solúveis, e de se apresentarem solidos e liquidos em limites accessiveis de temperatura. Entre os acidos pôde servir de exemplo o acido camphorico, e entre os corpos inflammaveis a cetina, a paraffina, e os acidos gordos solidos. Estas substancias não

apresentam differença alguma na sua solubilidade no alcohol, passando do estado solido ao estado liquido; á medida que a temperatura se eleva, a solubilidade augmenta em progressão contínua e regular, sem apresentar anomalia alguma no momento em que o corpo passa d'um para outro estado, como deveria acontecer, se as ideias de Berthollet fossem exactas. Entre as substancias gazosas o chloro tambem não apresenta alteração alguma na progressão de sua solubilidade no momento da sua mudança d'estado. No mesmo caso está a solubilidade d'um oleo no alcohol; muito fraca a uma temperatura baixa, vai crescendo progressivamente á medida que esta se eleva. Por onde se vê, que ou o corpo seja solido, ou exista no estado liquido, apresenta em cada uma d'estas circumstancias o mesmo gráo de solubilidade. Emfim, se a cohesão de um sal tivesse grande influencia na sua dissolução, nunca o dissolvente se saturaria completamente, porque todas as vezes que diminuíssemos a cohesão, favoreceríamos a dissolução.

Em toda esta discussão não quizemos mais do que provar, que a cohesão não representa nos phenomenos chimicos um papel tão importante e essencial, como pretendia Berthollet. Não suppomos porém, que se possa considerar como nulla a influencia d'esta força nas acções chimicas, como pensa Gay-Lussac; porque é sabido que, quanto mais fraca é a affinidade entre dous corpos, menor deve ser a força da cohesão para que elles se possam combinar. A cohesão, sendo uma força, que tende a reunir as moleculas homogeneas, deve ter uma acção inversa da affinidade, e da força da dissolução; de sorte que tudo o que diminuir a cohesão dos corpos, deve facilitar o exercicio da affinidade, e a acção chimica deve exercer-se tanto mais facilmente quanto menor for a cohesão dos corpos. É por esta razão, que a divisão mechanica, a acção do calor, e a dissolução favorecem as reacções chimicas.

### *Influencia do calor.*

Desde os mais remotos tempos o calor tem sido considerado como um dos agentes mais poderosos das transformações e decomposições chemicas. Para nos convencermos d'isto bastará recordar os trabalhos dos Alchymistas, porque todos elles pretendiam descobrir a transformação dos metaes uns nos outros, expondo-os a uma temperatura muito elevada, que durava ás vezes annos. Nas mãos de Chemicos habéis foi depois o calor empregado como um agente precioso de analyses rigorosas; e as substancias organicas, ainda as mais delicadas, foram submettidas á acção d'este agente. O gráo de calor necessario para produzir combinações ou decomposições, varia não só em cada um dos corpos, mas ainda no mesmo corpo segundo o seu estado de aggregação: por exemplo, a temperatura necessaria para determinar a combinação do oxygeno com o carbono, differe segundo se emprega o carvão ordinario ou o diamante. O calor não exerce a sua acção, modificando sómente a cohesão; umas vezes exalta a affinidade, outras vezes parece diminuir a sua energia. Temos uma prova d'isto na combinação do oxygeno com certos metaes, taes como a prata, o mercurio, o rhodio e o iridio; porque todos estes metaes absorvem o oxygeno a uma certa temperatura, e abandonam-no depois a uma temperatura mais elevada.

Estes factos, e muitos outros que poderíamos referir, demonstram á evidencia, que o calor modifica diversamente, segundo o gráo de sua energia, a acção chímica que os corpos exercem uns sobre os outros.

*Acção chimica da luz, ou Actino-Chimica.*

A acção chimica da luz sobre os corpos fórma hoje um dos ramos mais importantes da Chimica, sobre o qual se tem feito numerosas e curiosas experiencias. John Herschel propoz para este ramo da Chimica o nome de Actino-Chimica, que Graham e os Chímicos inglezes têm adoptado. Os interessantes processos photographicos, e especialmente o Daguerreotypo, uma das mais maravilhosas descobertas artisticas do seculo actual, são exemplos bem convincentes dos effeitos chímicos produzidos pela luz. Ainda não são plenamente explicados estes prodígios: sabemos sómente que, quando se põe na camera obscura uma lamina metallica, revestida d'uma camada sensível de iodo, os raios da luz determinam a evaporação do iodo em todos os pontos que elles tocam, deixando o metal a descoberto nestes pontos, e que depois o vapor mercurial reagindo livremente sobre estas partes, produz um amalgama branco, e que é isto que fórma os claros do desenho. A Photographia data apenas dos primeiros annos deste seculo; até então só se conheciam os curiosos effeitos dos raios solares sobre o chlorureto de prata. Este sal, que já os Alchimistas conheciam pelo nome de lua cornea, tem a propriedade notavel de se tornar negro pela acção da luz. Se cobrirmos uma folha de papel d'uma camada d'esta substancia, e formarmos sobre esta camada, por meio de uma lente, a imagem d'um objecto, as partes obscuras da imagem, que são aquellas sobre que não reage a luz ficarão brancas, e as partes vivamente esclarecidas tornar-se-hão negras.

A decomposição de certos corpos não é o único effeito produzido pela luz; certas modificações physicas sem que os corpos mudem de natureza; a formação de mui-

tas combinações, a côr verde dos vegetaes, as côres tão bellas e variadas das flores, são outros tantos phenomenos devidos á acção chimica d'este agente. Os effeitos produzidos pela luz podem dividir-se em tres classes: modificações physicas sem alterações de natureza; combinações; e decomposições parciaes, ou totaes. Os phenomenos que nos podem indicar, que um corpo experimenta uma modificação no arranjo de suas moleculas, são as alterações de côr e do systema crystallino. O phosphoro, o sulphato de nickel, e o seleniato de zinco são exemplos deste modo de acção. A agua e certas substancias volateis, como a camphora, mettidas em frascos hermeticamente fechados, e expostas a uma acção desigual da luz, depositam-se em crystaes ou em pequenas gottas sobre os pontos da parede do vaso mais esclarecidos, phenomeno até agora inexplicavel.

Como exemplos do segundo modo de acção, podemos citar a combinação do chloro com o hydrogêno, combinação, que é singularmente favorecida pela acção da luz. A decomposição de certos saes, taes como o chlorureto de platina neutralizado pela agua de cal, o camaleão mineral, o sulphato de ferro dissolvido na agua ordinaria, etc., nos fornecem exemplos do terceiro modo de acção.

### *Influencia da electricidade.*

A influencia da electricidade nas reacções chimicas é hoje um dos factos bem estudados, e sobre que a Sciencia conta numerosas e importantes experiencias.

Esta influencia pôde ser considerada em duas condições distinctas; no estado statico e no estado dynamico. Os factos da primeira ordem não estão ainda tão

hêm averiguados como os da segunda; mostram contudo algumas observações, que basta pôr um metal em contacto com outro para que este se torne insensível aos agentes chimicos, ou se combine com maior energia. Os abridores sobre o aço observam algumas vezes, que este metal resiste inteiramente á acção do acido azotico diluido, e que basta tocá-lo com um pedaço de cobre para que a acção comece immediatamente. Resulta tambem das investigações de Davy, que se pôde proteger o fôrro de cobre dos navios contra a acção da agua do mar, pon-do-o em contacto com uma lamina de zinco. Este mesmo metal protege o ferro contra a acção oxydante do ar, e obra ainda no mesmo sentido depois de ter passado ao estado de oxydo. As pinturas feitas com oxydos metallicos produzem o mesmo effeito.

A electricidade em movimento exerce uma acção ainda maior nos phenomenos chimicos. É por meio de correntes electricas muito energicas, que Davy chegou a decompor os alkalis, que até então tinham resistido a todos os agentes chimicos. Becquerel reconheceu depois, que correntes electricas em apparencia muito fracas, obrando por muito tempo, podem decompor corpos cujos elementos são reunidos com muita energia.

### *Influencia da quantidade e das massas chimicas.*

O bicarbonato de potassa decomposto pelo calor perde ametade do seu pêso d'acido carbonico, donde se deve concluir, que a outra ametade que fica, é attrahida com mais força pela base do que a que se desenvolveu. Os sulphatos de potassa tractados pelo acido nitrico estão nas mesmas circumstancias. Até hoje só se attendia á acção reciproca de quantidades equivalentes; mas as re-

centes observações de Millon fazem vêr, que é mistér distinguir outras acções, em que a massa infinitamente grande está sujeita á lei de quantidades infinitamente pequenas. As acções chímicas, que dependem manifestamente de quantidades infinitamente pequenas são immensas: a influencia que tem uma só bôlha d'oxygeno na fermentação do sumo da uva; o obstaculo, que oppõem algumas góttas de creosote á putrefacção rapida de substancias animaes; o medicamento que por alguns milligrammas reage sobre a molestia, e a modifica salutarmente; a transformação lenta e successiva da oxamide em oxalato de ammoniaco pelo contacto de alguns millesimos d'um acido energico; a acção oxydante do acido iodico suspensa por algumas góttas d'acido prussico, são outros tanto exemplos da influencia de pequenas quantidades nas reacções chímicas.

A influencia das proporções nas reacções chímicas manifesta-se por differenças na sua duração, ou na natureza de seus productos. Como exemplo do primeiro facto, podemos citar o ferro, que arde mais rapidamente no oxygeno puro do que no ar; e como exemplo do segundo, o cobre, que calcinado em vasos tapados se transforma em oxydo vermelho, e ao ar livre em oxydo negro. O mercurio comporta-se de um modo analogo com o chlôro; o mesmo metal em presença de um excesso d'acido azotico produz azotato de bioxydo de mercurio; empregado em excesso, em relação ao acido, dá azotato de protoxydo de mercurio.

*Influencia da extensão das superficies.*

A influencia das superficies observa-se em muitos casos. O cobalto e o nickel fundidos, ou reduzidos a limalha fina, não são atacados pelo acido chlorhydrico o mais concentrado, sendo-o pelo contrario, quando existem em pó fino obtido pela reduçãõ dos seus oxydos por meio do hydrogeno. A platina não é atacada pelo acido azotico, mas ligada com o oiro ou com a prata dissolve-se n'elle. O rhodio, o iridio, e o osmio livres resistem á acção da agua regia, e são pelo contrario atacados por ella, quando se acham ligados com a platina, como na mineira natural.

*Influencia da capillaridade.*

Penetrando nos espaços capillares experimentam os corpos modificações, que os tornam algumas vezes aptos para se constituirem em novos estados de combinação; temos exemplos d'isto nas reacções entre fluidos elasticos; na platina, carvão, etc.

*Influencia do estado nascente.*

Ha muito tempo que se conhece, que certos elementos estão muito mais aptos para se combinarem, quando sáhem d'um composto, do que quando estão no estado de liberdade; ha até certas reacções, que não podem ter lugar sem esta condição. Entre as reacções devidas ao estado nascente podem distinguir-se aquellas em que novos compostos nascem da destruição de um composto mais complicado, e aquellas em que certos corpos se combinam directamente: como exemplo das primeiras temos o acido sulphurico; e das segundas o ether chlorhydrico.

16.<sup>a</sup> LIÇÃO.

**NATUREZA DAS FORÇAS CHIMICAS. — A ATTRACÇÃO MOLECULAR SERÁ A MESMA FORÇA, QUE A ATTRACÇÃO UNIVERSAL. — A COHESÃO, A AFFINIDADE E A FORÇA DE DISSOLUÇÃO DEVERÃO CONSIDERAR-SE COMO FORÇAS DISTINCTAS, OU COMO UMA SÓ E A MESMA FORÇA? — IDEIAS DOS CHIMICOS MODERNOS A FAVOR DA SEGUNDA HYPOTHESE. — OPINIÕES DE BAUDRIMONT, DE DUMÁS E DE GRAHAM.**

*Das forças que presidem á acção chimica.*

O estudo que temos feito dos phenomenos que acompanham as acções chimicas, e das circumstancias que as podem modificar, mostra que é necessario admittir a intervenção de differentes forças, para que possam ter logar tão variados resultados. — Para explicar em geral e do modo mais simples os phenomenos moleculares, basta admittir duas forças oppostas, uma expansiva devida ao calorico, e outra attractiva. Mas além destas, longo tempo ha, que os Chimicos admittem tambem a existencia de uma força particular, em virtude da qual os corpos tendem a combinar-se, e a que têm dado o nome de affinidade: a cohesão, a affinidade, e a força expansiva do calorico são, por tanto, as tres forças que interveem na producção de todos os phenomenos chimicos.

É certo porém, que a electricidade representa um papel mui importante nestes phenomenos, e tal que os sectarios das doutrinas electro-chimicas a julgam sufficiente para explicar todos os factos. Emfim alguns auctores admittem ainda outras forças, como Berzelio a força catalytica, Liebig a força dynamica, e Mitscherlich a acção de contacto.—Será porém necessario admittir tão grande numero de forças? Em que relação de natureza estão ellas umas com as outras? A cohesão e a afinidade, por exemplo, não poderão considerar-se como simples modificações da attracção universal? Como expressões diversas de uma só força, a attracção molecular?

Tentemos primeiro resolver o problema em relação á cohesão.

Alguns Physicos suppõem a cohesão uma força particular, e distincta da attracção universal, e apresentam em abono da sua opinião as considerações seguintes. A attracção obra a todas as distancias, e decresce na razão dos quadrados das distancias, em quanto que a cohesão sómente se manifesta a distancias insensiveis, e parece decrescer n'uma razão muito mais rápida; assim dous corpos, que a uma distancia mui pequena um do outro parecem não exercer alguma attracção reciproca, attrahem-se fortemente, quando se põem em contacto. Além d'isto, se a cohesão fosse uma expressão da attracção universal, a densidade dos corpos estaria em proporção com a força de cohesão, que liga as suas moleculas; o que assim não succede: o oiro e a platina têm menor tenacidade do que o ferro, cujo pêsso especifico é muito menor; o chumbo cuja densidade é muito maior, que a do ferro, apresenta, comtudo muito menos cohesão.

Ainda que a explicação d'estes phenomenos não é, por em quanto, uma d'aquellas doutrinas que se registam nos livros da sciencia como verdades eternas, parece-nos comtudo que para os explicar, nenhuma neces-

sidade ha de admittir, que a cohesão é uma força particular e distincta da attracção universal. Se a attracção, que os corpos exercem uns sobre os outros, resulta da attracção de cada uma das suas moleculas, claro está, que estas devem attrahir-se a todas as distancias possiveis, por menores que ellas sejam; e que a attracção reciproca de duas moleculas, posto que insensivel a distancias apreciaveis, deve tornar-se mui consideravel a distancias infinitissimas. Além do que, não sendo as moleculas dos corpos esphericas, a sua attracção reciproca deve ser singularmente modificada pela influencia de sua figura, quando estiverem a distancias pequenas relativamente ás suas dimensões; e a esta influencia que sómente deve manifestar-se a distancias insensiveis, attribuem os Physicos actuaes a attracção molecular. Não admira por tanto, que a attracção reciproca de dous corpos seja insensivel a qualquer distancia finita, ainda que mui pequena, e de repente se manifeste, logo que elles chegam ao contacto; 1.º porque a attracção de dous corpos de pequena massa é infinitamente pequena, e acha-se além d'isto dissimulada, e por assim dizer absorvida pela attracção infinitamente maior, que o globo terrestre exerce sobre elles; 2.º porque a adhesão que se manifesta, quando dous corpos se põem em contacto por superficies polidas, deve attribuir-se particularmente á attracção de cada uma das moleculas collocadas á superficie de um sobre as moleculas correspondentes collocadas á superficie do outro, e é facil de vêr, que esta força, ainda que insensivel a qualquer distancia finita, póde tornar-se mui sensivel a uma distancia infinitamente pequena, como effectivamente acontece no contacto. Em quanto a dizer-se, que a attracção universal é a mesma em todos os corpos, e que a cohesão não só varia nos differentes corpos, senão que tambem não está em proporção com a sua densidade; facilmente se explicam estes factos, admittindo que as

moleculas não têm a mesma fórma, nem a mesma grandeza nos differentes corpos. Dada a mesma massa e a mesma distancia entre os seus centros d'acção, duas moleculas esphericas devem attrahir-se menos, que duas moleculas hexaedricas, estas menos que duas moleculas cubicas, etc., porque o calculo mostra, que os corpos não esphericos se attrahem desigualmente pelas suas differentes faces, e em geral mais pelas que mais proximas são do seu centro de gravidade. A grandeza das moleculas deve tambem influir poderosamente sobre sua attracção reciproca, mórmente se admittirmos, como parece demonstrado, que as distancias das moleculas são tanto menores, quanto menores estas são, porque, obrando a attracção na razão directa das massas e inversa dos quadradados das distancias, se as massas diminuirem ao mesmo tempo que as distancias, a attracção augmentará mais por effeito da diminuição das distancias, do que decrescerá em consequencia da diminuição das massas. Este principio é comprovado por alguns factos, e sobre tudo pelo limitado numero de combinações. A experiencia mostra, que a affinidade é em geral maior entre os elementos, do que entre os corpos compostos, e que á medida que um corpo se torna mais composto, ou (o que vem a ser o mesmo) á medida que augmenta o numero de moleculas constituintes, que compõem a molecula integrante, o corpo vai perdendo a sua tendencia a entrar em combinação com outros.

Pelo que respeita á affinidade, alguns Chemicos a consideram como uma força particular e differente da cohesão. As razões que allegam em favor d'esta opinião podem reduzir-se ás seguintes: — 1.<sup>a</sup> A acção chimica une os corpos tão intimamente, que submettendo os compostos chemicos á acção de forças mechanicas, não se faz mais do que desagregal-os, separando sómente partes semelhantes: — 2.<sup>a</sup> As reacções chemicas dão origem

a phenomenos particulares, que a força de cohesão não produz: — 3.<sup>a</sup> A cohesão dos solidos é destruida pela força dissolvente de certos liquidos: — 4.<sup>a</sup> Corpos de diferente natureza produzem compostos, que não tem com elles alguma similhaça physica: — 5.<sup>a</sup> Todas as combinações se effectuam em proporções fixas e definitas. —

Se entrarmos na analyse d'estes argumentos veremos, que não são de quilate tal, que possam estabelecer uma distincção rigorosa entre a affinidade e a cohesão. É o que parece deduzir-se da critica, que d'elles faz Baudrimont. O primeiro argumento não é concludente, porque ainda é duvidoso se as acções mechanicas podem ou não separar os elementos de um composto: os corpos que fulminam pelo choque, o máo sabôr que adquire o assucar pela trituração, a alkalidade do carbonato de cal, quando se eleva a sua temperatura, parecem indicar que uma acção mechanica póde algumas vezes desaggregar as moleculas constituintes d'um composto; e quando assim não fosse, nada de extraordinario teria este phenomeno, porque é de presumir que a distancia, que sepára as moleculas integrantes d'um composto seja muito maior do que a que existe entre as moleculas constituintes, e a rapidez com que augmenta a attracção molecular á medida, que a distancia diminue, é sufficiente para explicar porque razão as moleculas constituintes adherem mais entre si do que as moleculas integrantes. A isto devemos accrescentar, que a menor parcella que nós podemos obter, dividindo um corpo mechanicamente contém ainda muitas moleculas, nem conhecemos meio algum mechanicamente pelo qual possamos reduzir um corpo ao estado de divisão molecular.

Em quanto ao segundo argumento, fundado sobre os phenomenos que acompanham as acções chemicas, como são, producção de calor, de luz, e de electricidade, nenhuma inducção nos dá, que possa provar que a affini-

dade seja uma força particular e distincta da cohesão; porque qualquer que seja a sua causa, podemos affirmar que ella é independente da força, que une os elementos dos corpos, e é mais plausivel que sejam os mesmos imponderaveis, que existem em todos os corpos, que produzem estes phenomenos, do que uma força particular e desconhecida, tanto mais, quanto é certo que estes phenomenos não são um attributo exclusivo das acções chemicas, podem tambem apparecer em acções physicas, e serem effeitos da cohesão.

O terceiro argumento é talvez o mais forte: a destruição dos solidos pelos dissolventes, e a inacção chimica de quasi todos os solidos postos em contacto, d'onde derivou o antigo axioma — *corpora non agunt nisi soluta* — são factos, que parecem provar que a affinidade é uma força antagonista da cohesão. Mas serão elles sufficientes para estabelecer uma distincção entre estas duas forças? Parece-nos que não; porque assim como a attracção molecular não póde exercer-se por um simples contacto entre moleculas homogeneas, tambem não ha razão para que ella se exerça por um simples contacto entre moleculas heterogeneas; além do que, uma acção attractiva póde ser menor do que outra, quando se comparam á mesma distancia, e com tudo a primeira vencer a segunda, se ella se exerce a menor distancia: a terra e o sol attrahem a lua, a massa do sol é incomparavelmente maior do que a da terra, e comtudo a terra attráhe mais a lua do que esta é attrahida pelo sol.

Pelo que respeita ao quarto argumento, isto é, á differença observada entre as propriedades de um composto, e as de seus elementos constituintes, é este um facto de que nada póde inferir-se, porque póde conceber-se muito bem *á priori*, sem ser necessario admittir uma distincção fundamental entre as duas forças. Quanto maior for a differença entre os elementos constituintes de um

composto, como o enxofre e um metal, um acido e uma base, tanto menos elles se devem assemelhar ao composto, porque este não será nem enxofre, nem um metal, nem um acido, nem uma base, mas um composto d'estes corpos; pelo contrario, quanto menos differirem entre si os elementos constituintes, tanto mais os compostos se assemelharão a elles, como se observa nas ligas metallicas.

Emfim o quinto e ultimo argumento, fundado em que as combinações se effectuam em proporções fixas e definitas, tambem não tem força para provar, que a affinidade seja uma força particular e distincta da cohesão, porque qualquer que seja a natureza da força, que une as moleculas, é certo que para haver equilibrio, é necessario que se faça uma repartição exacta entre os elementos, e que um dado numero de moleculas de um elemento se una com um dado numero de moleculas de outro elemento, e nunca em relações fraccionarias. Este equilibrio exige, por tanto, a formação de systemas moleculares definitos, os quaes uma vez produzidos podem ajuntar-se indefinidamente, porque a massa total nada influe sobre este equilibrio. Estas considerações são sufficientes para provar, que as principaes razões, em que se tem fundado a distincção entre a affinidade e a cohesão, não têm muito valor. Já em outro lugar demonstramos, que a força de dissolução e a affinidade se devem considerar como uma e a mesma força, só differente no gráo de sua manifestação, e não ha de certo menos razões para reputar a affinidade da mesma natureza que a cohesão.

É desnecessario pois admittir tres forças distinctas; basta suppôr uma só attracção molecular, e esta da mesma natureza, que a attracção geral; é a opinião mais simples e mais confôrme ao grande e bello principio da — unidade —, que a philosophia moderna proclama.

A ideia de que a afinidade é uma força da mesma natureza que a cohesão, adquire tanto mais valor, quanto é sancionada pela poderosa auctoridade de Dumás. A attracção molecular, diz elle, apresenta-se debaixo de tres fórmas bem distinctas; quando se exerce entre as moleculas do mesmo corpo, constitue a cohesão; quando se exerce entre as moleculas mais ou menos semelhantes que se misturam, conservando as propriedades individuaes que as caracterisam, constitue a força de dissolução; quando se exerce entre moleculas dissimilhanes, que se unem intimamente, e dão um producto dotado de propriedades particulares, constitue a afinidade. A cohesão é fraca e sem limites apparentes; cada crystal, cada massa solida ou liquida póde augmentar indefinidamente pela addição de novas partes. A força de dissolução obra sómente dentro de certos limites, entre os quaes se póde fazer variar indefinidamente as proporções: á agua saturada de assucar ou de sal, não se póde ajuntar uma nova porção de assucar ou de sal, mas póde-se-lhe adicionar a quantidade de agua que se quizer. A força de afinidade obra só em proporções fixas e determinadas, e por assim dizer, por saltos distinctos. A attracção molecular parece pois augmentar á medida que as propriedades das moleculas se afastam, e d'aqui vem os dous resultados bem conhecidos: que os corpos se combinam com uma força tanto maior, quanto mais oppostas são as suas propriedades; e que se dissolvem tanto melhor, quanto mais se assemelham. Por exemplo, é com os corpos não metallicos, que se combinam de preferencia os metaes, e é para os alkalis que os acidos têm maior afinidade. Pelo contrario quando se tracta de uma dissolução, é necessario procurar substancias, que se approximem muito por sua natureza do liquido dissolvente: para dissolver os metaes devemos procurar outros metaes, o mercurio, por exemplo: para dissolver os corpos muito oxydados deve-

mos recorrer a dissolventes muito oxydados; para dissolver corpos muito hydrogenados, devemos escolher dissolventes muito hydrogenados, etc. Os oleos volateis dissolvem-se nos oleos fixos, o enxofre dissolve-se no sulphureto de carbono; as resinas que contêm muito hydrogeno e carbono, dissolvem-se bem no alcohol, que tem uma composição identica. N'uma palavra, uma só attracção molecular é sufficiente para explicar as variações, que se observam nos factos, visto que ella se exerce umas vezes sobre particulas identicas, outras vezes sobre particulas analogas, outras vezes sobre particulas dissimilhan-tes.

A exposição, que vimos de fazer da opinião de Dumas, acaba de confirmar a ideia de que não ha necessidade de considerar a afinidade como uma força de diferente natureza da cohesão. A opinião de Graham está tambem de accordo com estas ideias. Segundo o Chimico inglez, em cada substancia simples e solida, n'um metal, por exemplo, os atomos estão combinados segundo certos typos, que correspondem aos typos conforme os quaes os elementos se combinam para formarem corpos compostos; de maneira, que quando um metal se combina com outro corpo simples, os atomos d'este vão substituir certos atomos do metal conforme o typo proprio d'este corpo. N'esta operação ha uma verdadeira decomposição dupla, comportando-se os atomos d'um corpo simples unidos entre si pela força da cohesão, como se estivessem aggregados pela força de combinação ou afinidade.

17.<sup>a</sup> LIÇÃO.

**A AFFINIDADE NÃO PÓDE SER DA MESMA NATUREZA QUE A COHESÃO, SE A CONSIDERARMOS COMO CAUSA DETERMINANTE DAS COMBINAÇÕES CHIMICAS. — DIFFERENTES SENTIDOS EM QUE SE TEM TOMADO A PALAVRA AFFINIDADE. — NÃO TEM A MESMA SIGNIFICAÇÃO NA LINGUAGEM ORDINARIA E SCIENTIFICA. — IDEIAS DOS ANTIGOS, DE BOERHAVE, MACQUER, BUFFON, BERGMAN, E BERTHOLLET.**

**V**imos na lição antecedente, que se entendermos por afinidade a força, que mantem em união permanente os elementos combinados, ou a força que liga as moleculas heterogeneas, do mesmo modo que se entende por cohesão a força, que liga as moleculas homogeneas, nenhuma dúvida podemos ter em a considerar como uma força da mesma natureza, que a cohesão. Se entendermos porém por afinidade a força, que determina as combinações, a questão muda inteiramente de natureza; neste caso é forçoso recorrer a uma outra força, que dê a razão, porque a molecula A abandona o corpo de que ella faz parte, para se unir com a molecula B d'outro corpo, e sobre tudo a razão porque a molecula A se sepára da molecula B a que se acha unida, para se ir combinar com a molecula C, que é o que tem logar todas as vezes que um composto AB é decomposto por um corpo C que se une com A, pondo em liber-

dade B. Este facto, que é o mais importante e o mais singular das combinações, não póde ser explicado por uma simples differença d'attracção entre as moleculas dos diferentes corpos. Não basta dizer que, se a molecula A deixa a molecula B para se unir com a molecula C, é porque A tem para C maior affinidade do que tem para B; porque ainda que este facto fosse demonstrado, que o não é, porque muitas vezes acontece o ser um corpo decomposto por um outro, que tem menos affinidade para um dos seus principios constituintes, do que estes tem entre si, ainda que este facto, dizemos, fosse demonstrado, não se seguiria que A devesse separar-se de B; se o corpo C tem tendencia a unir-se com A, esta união deveria operar-se qualquer que fosse a relação entre a força, que sollicita A para B, e a força que sollicita A para C, e sem que A se separasse de B; a força de attracção é uma força de aggregação, que tende geralmente a unir e não a separar; as tres moleculas A, B, C, deviam por tanto reunir-se entre si em virtude de sua attracção reciproca. Além d'isto, como explicar por esta hypothese as differenças tão extraordinarias, que se observam nas affinidades entre os diferentes corpos? Dos corpos simplicies naturalmente gazosos ha uns, como por exemplo, o oxygeno e o chloro, que têm muita affinidade para todos os metaes; não ha um só metal, que se não combine com o oxygeno e com o chloro; o hydrogeno, e o azoto pelo contrario têm pouca ou nenhuma affinidade para os metaes; nenhum metal tem acção directa sobre aquelles principios, e se algum ha que com elles se combine, o que ainda é duvidoso, é sómente por meios indirectos. É impossivel também explicar pela mesma hypothese a immensa influencia, que a electricidade tem em todas as combinações e decomposições, e os phenomenos que se manifestam nas reacções chemicas. Para explicar todos estes phenomenos é indispensa-

vel admittir a existencia de uma força, que se desenvolva no acto das combinações, e que desapareça depois da combinação effectuada. Será esta força uma acção electrica? Ha com effeito muitos factos, que parecem apoiar esta supposição, mas reservaremos esta discussão para outro lugar, e agora será conveniente fazer conhecer as ideias, que os mais celebres Philosophos têm ligado á palavra — afinidade — e a época em que ella começou a figurar na linguagem chimica. Na linguagem ordinaria a palavra — afinidade — não tem a mesma significação, que em Chimica. Na accepção vulgar significa parentesco por alliança, e em sentido figurado, similhaça, ou antes uma relação de conveniencia e de analogia, que nos conduz a reunir no mesmo grupo os corpos em que ella se dá. N'este sentido póde-se dizer, que ha afinidade entre todos os seres pertencentes ao mesmo genero, e maior afinidade ainda entre aquelles que pertencem á mesma especie.

Na accepção, que hoje tem em Chimica a palavra — afinidade — foi introduzida na Sciencia por Boërhave. Para este sabio a afinidade não é uma similhaça como a palavra parece indicar, mas sim uma tendencia dos corpos a unir-se, tendencia, que exige pelo contrario uma dissimilhaça de natureza. Quando se tracta de descobrir a causa desta tendencia, a primeira e mais natural que se nos offerece, consiste em suppôr que existe uma força, em virtude da qual as moleculas dos corpos dissimilhanes se attrahem e se unem; a esta força dá-se o nome de afinidade. Por esta palavra não pertendem os Chemicos designar uma força particular e distincta, cuja natureza seja determinada, mas sim a causa, qualquer que ella seja, que determina as combinações; é um termo adoptado pelos Chemicos para evitar periphrases, e facilitar a expressão da mesma sorte, que se usa da palavra

— attracção — para designar a tendência geral da materia a unir-se, e não a causa d'esta tendencia.

Macquer considerou a affinidade como demonstrada pelos phenomenos chimicos. — Não trato, diz elle, de investigar a causa d'este grande effeito; é talvez uma propriedade da materia tão essencial como a extensão, e a impenetrabilidade, e de cuja natureza nada podemos saber; póde ser que ella seja uma modificação de outras forças, mas no estado actual da sciencia é impossivel formar juizo algum a este respeito, e o partido mais seguro é designar por esta expressão a causa simples ou composta, que determina as combinações.—

Buffon admittindo por principio das acções chimicas a attracção geral reconhecida por Newton, attribuiu á fórma das particulas, e á sua posição um papel muito importante nos effeitos produzidos.

Bergman considerou tambem a affinidade como uma expressão da lei geral da attracção, mas desenvolveu um pouco mais as suas ideias. Deu o nome de attracção á força em virtude da qual todos os corpos da natureza abandonados a si mesmos tendem a unir-se e approximar-se uns dos outros; chamou attracção remota á que se exerce entre os corpos celestes, porque obra a grandes distancias; e attracção proxima á que se manifesta entre as moleculas, porque se exerce a distancias insensiveis. — Se attendermos, diz elle, á distancia dos corpos celestes, poderemos desprezar o seu diametro, e consideral-os como pontos gravitantes; outro tanto não podemos fazer a respeito dos corpos muito proximos uns dos outros, porque n'este caso a figura e a situação, não só do todo mas de cada uma das suas partes, produzem grandes variações nos effeitos da attracção; as quantidades que se podem desprezar na attracção remota modificam muito as leis da attracção proxima. — Esta hypothese explica satisfactoriamente a união permanente em que ficam as

particulas dos corpos depois da combinação, e póde tam-  
bem explicar, porque razão ha mais attracção entre a  
molecula A e a molecula B do que entre esta e a mo-  
lecula C; mas não explica a razão porque a molecula A  
abandona o corpo de que ella faz parte, para se unir com  
a molecula B, e muito menos a razão porque a molecula  
B se separa da molecula A, a que se acha unida, para ir  
combinar-se com a molecula C, que é o que tem logar  
todas as vezes que o corpo C decompõe o composto AB,  
unindo-se com B e pondo A em liberdade. Por outra  
parte os phenomenos da Optica obrigam-nos a admittir,  
que as moleculas dos corpos são tão pequenas, e os espa-  
ços que as separam tão grandes relativamente ao diame-  
tro d'ellas, que debaixo d'esta relação não se póde sup-  
pôr grande differença entre a attracção remota e a pro-  
xima. Bergman deu o nome d'attracção de composição  
áquella, em virtude da qual dous corpos se combinam;  
e chamou attracção electiva simples á que determina a  
decomposição de um composto por um corpo que se une  
com um dos seus principios componentes; attracção ele-  
ctiva dupla á que tem logar, quando dous compostos se  
decompõem mutuamente. Segundo Bergman, a ordem das  
affinidades era constante, e estava persuadido de que, sendo  
as affinidades invariaveis, era sempre facil prevêr os pheno-  
menos produzidos por suas leis; que se, por exemplo, o  
corpo A tem mais affinidade para o corpo B do que este  
tem para C, o composto BC é sempre decomposto pelo  
corpo A, e que esta decomposição é total, uma vez que  
se empregue em quantidade sufficiente. Admittia que, se  
as circumstancias physicas modificavam a acção chimica,  
era simplesmente facilitando ou difficultando as reacções,  
e nunca invertendo os phenomenos produzidos pelas leis  
da affinidade. Partindo d'estes principios, Bergman com-  
poz as suas taboas das affinidades, as quaes apesar de  
concorrerem para os progressos da Chimica n'aquelle tem-

po, estavam comtudo cheias de erros, resultado infalível da falsidade do principio, que lhes servia de base. Tal era o estado dos conhecimentos sobre a affinidade, quando na scena do mundo appareceu um d'esses genios, que a Providencia parece destinar a grandes revoluções nos imperios e nas sciencias; este homem foi Berthollet. Dissemos que Bergman, não obstante suppôr que as affinidades eram constantes, não deixava comtudo de confessar, que nos phenomenos havia algumas irregularidades. N'estas irregularidades foi que Berthollet baseou principalmente a explicação dos phenomenos, formulando em certas leis as circumstancias especiaes, que lhe dão logar. Berthollet combatteu as taboas das affinidades de Bergman no mesmo campo em que este as tinha formado. Na experiencia as baseára o seu auctor, com a experiencia elle as refutou, fazendo consistir a regra geral no que Bergman reputára excepção. Este attribuia ás affinidades todos os phenomenos chimicos; aquelle recorrendo ás propriedades physicas dos corpos, a ellas attribuia a causa principal d'aquelles phenomenos.

No estudo das propriedades geraes dos saes é que Berthollet reconheceu as modificações, que experimenta a acção chimica pela influencia das propriedades physicas dos corpos. De suas experiencias Berthollet foi levado a concluir que, se o corpo A é posto em presença dos corpos B e C para os quaes tem affinidade, A reparte-se proporcionalmente entre B e C, qualquer que seja o gráo de sua affinidade para com elles; e que, ainda que A tenha para B maior affinidade do que este tem para C, o composto BC não é nunca decomposto em totalidade pelo corpo A, excepto no caso em que o corpo separado sahe para fóra da esphera de actividade dos outros corpos. Quando lançamos, por exemplo, acido sulphurico n'uma dissolução d'azotato de potassa, Berthollet suppõe, que a potassa se reparte proporcionalmente entre os dous aci-

dos, e que ficam assim existindo no liquido quatro corpos diferentes, a saber, sulphato de potassa, azotato de potassa, acido sulphurico, e acido azotico. Este estado d'equilibrio deve persistir em quanto as circumstancias forem as mesmas, isto é, em quanto for a mesma a proporção entre os dous acidos. Se elevarmos porém a temperatura, as circumstancias mudarão: o acido azotico, sendo o mais volatil dos quatro corpos que existem em mistura, converter-se-ha em vapor, e o residuo não se achará já nas circumstancias primitivas do equilibrio: não sendo a influencia do acido sulphurico contrabalancada pela presença do acido azotico, aquelle acido decomporá uma nova porção d'azotato de potassa, produzirá outra quantidade de sulphato de potassa, e porá assim em liberdade uma nova porção d'acido azotico; este, volatilizando-se ainda, permittirá ao acido sulphurico o continuar a reagir sobre o azotato de potassa, e assim por diante; de maneira que, á medida que o acido azotico passa ao estado de vapor, o acido sulphurico unindo-se a novas porções de base, chega por fim a saturar-se completamente, e o acido azotico a desaparecer inteiramente do liquido.

Lançando potassa n'uma dissolução de sulphato d'ammoniacco, phenomenos semelhantes terão lugar: haverá producção de sulphato de potassa e ammoniacco livre, que ficarão em dissolução com o resto da potassa, e com o sulphato d'ammoniacco não decomposto. Se levarmos porém o liquido á ebullição, o ammoniacco desenvolver-se-ha, e deixando então a influencia da potassa de ser neutralizada, este alkali continuará a deslocar o ammoniacco da sua combinação com o acido sulphurico, e esta reacção continuará sem interrupção até que todo o ammoniacco tenha desaparecido, e todo o acido sulphurico se tenha combinado com a potassa. Em geral, quando um composto é posto em presença d'um corpo, que póde unir-se

unir-se com um dos seus principios componentes, ha uma decomposição sempre parcial e limitada; mas, se por effeito d'alguma circumstancia physica, o corpo deslocado é retirado para fóra da esphera de actividade dos outros corpos, a decomposição é total. Era assim, que Berthollet explicava a precipitação de um acido ou d'uma base, suppondo, que a decomposição total que então se opera, é devida á insolubilidade do acido ou da base, que se precipita.

Pelos mesmos principios explicava Berthollet as decomposições duplas. Quando se misturam dous saes soluveis, que pela troca de suas bases podem dar origem a outros dous saes soluveis, ha uma partilha de cada acido entre as duas bases, e de cada base entre os dous acidos, d'onde resultam quatro saes differentes: é o que terá logar, por exemplo, se misturarmos uma dissolução d'azotato de potassa com uma de sulphato de soda; então o liquido conterá quatro saes, a saber, azotato de potassa, azotato de soda, sulphato de potassa, e sulphato de soda. N'este estado os quatro saes se conservarão indefinidamente, em quanto o equilibrio não for perturbado por uma causa qualquer que desvie um d'elles para fóra da esphera da actividade dos outros. Se desaparecer do liquido o sulphato de potassa, uma nova porção de sulphato de soda reagirá sobre o azotato de potassa, e produzirá uma nova porção de sulphato de potassa, e se este for sendo eliminado á medida que elle se produz, a decomposição mutua dos dous saes empregados chegará a ser total. Ora, é exactamente nestas circumstancias, que se acha a mistura dos dous saes capazes de dar origem pela troca de suas bases a outros dous saes, dos quaes um é insolvel. D'onde se segue, que se misturarmos uma dissolução de sulphato de soda com uma de azotato de baryta, a decomposição reciproca dos dous saes será determinada pela insolubilidade do sulphato de baryta; por-

que cada molecula d'este sal, á medida que se ella fórma, sahe para fóra da esphera de acção, em que sua presença é necessaria para manter o equilibrio entre os quatro saes ao principio produzidos.

Era assim, que Berthollet explicava as tres leis relativas á decomposição mutua dos saes, a saber: 1.<sup>a</sup> quando se misturam dous saes soluveis, susceptiveis de dar origem pela troca de suas bases a dous saes insoluveis, ou a um solúvel e outro insolúvel, a decomposição tem sempre lugar: 2.<sup>a</sup> quando se misturam dous saes, um solúvel e outro insolúvel, susceptiveis de produzir pela troca de suas bases dous saes insoluveis, a decomposição tem sempre lugar: 3.<sup>a</sup> quando se aquecem dous saes, cujos elementos podem produzir um sal fixo, e um sal volátil, ha sempre decomposição mutua dos dous saes primitivos.

Dest' arte, phenomenos que até então se tinham explicado pela afinidade, eram explicados por Berthollet por meros accidentes produzidos pelas propriedades physicas dos corpos. Para confirmação da sua doutrina apresentava Berthollet muitos factos, que até então se tinham reputado inexplicaveis. Era, por exemplo, inexplicavel que o sulphato de cal, e o carbonato d'ammoniacico produzissem a frio, por intermedio da agua, sulphato d'ammoniacico, e carbonato de cal, e que estes ultimos saes reproduzissem os primeiros a quente. Para Berthollet nada mais simples nem mais natural: no primeiro caso é o carbonato de cal, que em virtude de sua insolubilidade se separa da esphera d'actividade dos outros corpos, e torna a reacção completa; no segundo caso é o carbonato de ammoniacico, que representa este papel em virtude de sua volatilidade.

18.ª LIÇÃO.

**REFLEXÕES SOBRE A DOCTRINA DE BERTHOLLET, CONFIRMADA EM GRANDE PARTE PELAS EXPERIENCIAS DE HENRY E SOUBEIRAN, E CONSIGNADA ENTRE AS LEIS DA AFFINIDADE ESTABELECIDAS POR BERZELIO.**

**SERÁ NECESSARIO ADMITTIR OUTRAS FORÇAS MOLECULARES? — FORÇA CATALYTICA. — OPINIÕES DE BERZELIO, LIEBIG, MITSCHERLICK, PLAYFAIR, E BAUDRIMONT.**

Vimos na lição antecedente, quaes foram as idéias de Berthollet acerca das decomposições simples e duplas dos saes, e o papel importante que elle attribuia ás propriedades physicas dos corpos na producção d'estes phenomenos, persuadido de que as circumstancias physicas eram sufficientes para determinar certas reacções, que não poderiam ter lugar pelo simples jogo das affinidades. Esta questão é uma das mais transcendentés da Chimica moderna, e campo de lide foi ella para os mais distinctos discipulos do insigne Berthollet.

Gay-Lussac abraçou ao principio a doutrina de Berthollet, para mais tarde a combater, doutrina que foi em grande parte confirmada pelas experiencias de Henry e Soubeiran publicadas em uma Memoria lida á Academia Real de Medicina de Paris em 30 de Julho de 1825. Estes Chimicos concluíram de suas experiencias, que um

acido lançado na dissolução d'um sal se apodera sempre da parte da sua base, qualquer que seja a energia relativa dos dous acidos; que a decomposição do sal é completa, quando o acido se emprega em quantidade sufficiente; que os acidos livres ficam existindo ao mesmo tempo no liquido, e obstam mutuamente á sua acção ulterior; que as quantidades d'acidos que podem contrabalançar-se, não estão sempre na mesma relação, senão que variam segundo as circumstancias em que se opéra; e emfim, que a decomposição de um sal por um acido, quando todos os productos ficam em dissolução, não se afasta das leis geraes das combinações.

Berzelio não só adoptou as ideias de Berthollet, senão que as consignou em grande parte nas leis da affinidade, e em parte nas modificações produzidas pelo differente gráo de volatilidade e insolubilidade dos corpos. A segunda e a quarta lei das affinidades são, por assim dizer, uma traducção dos principios de Berthollet. Eis aqui como elle exprime a segunda lei.

«Se dous corpos A e B têm affinidade para um terceiro corpo C, este reparte-se entre A e B proporcionalmente ao gráo da sua affinidade, uma vez que estes sejam em quantidade sufficiente para que cada um d'elles, tomado separadamente, possa ser saturado pelo corpo C; no residuo não saturado de cada corpo, a somma do gráo de sua affinidade e da quantidade de sua massa é a mesma em ambos os corpos. N'este caso o effeito de uma affinidade menos energica é augmentada pela quantidade maior do corpo mais fraco, e diz-se então que este corpo obra por sua massa chimica. Se as quantidades de A e B não são, relativamente á de C na proporção indicada, mas n'uma proporção maior do que a necessaria para a saturação de C, resta de cada corpo uma quantidade não saturada tal, que o numero que exprime o gráo de sua affinidade, adicionado ao que representa a

sua massa, dá uma somma igual. Esta lei póde enunciar-se mais resumidamente da maneira seguinte. Quando dous corpos A e B tendem com afinidades diferentes a combinar-se com um terceiro corpo C, e a quantidade d'este é insufficiente para a saturação dos dous primeiros, o corpo C reparte-se entre A e B na razão composta de suas afinidades e de suas quantidades. Esta lei não tem uma applicação rigorosa, porque para isto seria mistér que os tres corpos A, B, e C fossem igualmente fusiveis, volateis e soluveis, e que os compostos produzidos por elles tivessem entre si e relativamente aos seus elementos o mesmo gráo de fusibilidade, de volatilidade, e de solubilidade. Mas, como assim não acontece, e um dos corpos tem sempre mais tendencia a solidificar-se do que os outros, o equilibrio das afinidades que se combatem, é perturbado por uma nova força, que seria necessario avaliar para calcular as mudanças produzidas nos resultados.»

A quarta lei enuncia-a Berzelio da maneira seguinte. «Quando um composto A B, é posto em presença d'outro composto C D, e A póde combinar-se com D, e B com C, os dous compostos trocam os seus principios constituintes, e formam-se os compostos AD e CB. É, por exemplo, o que tem lugar, quando se mistura uma dissolução de sulphato de cobre com uma de chlorureto de sodio; a bella côr azul do oxydo de cobre desaparece, e a mistura toma uma côr verde, que pertence ao chlorureto de cobre. N'este caso os dous corpos mais fortes, o acido sulphurico, e a soda, combinam-se para formarem o sulphato de soda, e os dous mais fracos, o chloro e o cobre, dão origem ao chlorureto de cobre. A decomposição porém está longe de ser completa; em quanto os dous saes se acham em dissolução, estabelece-se uma especie de equilibrio de sorte, que o liquido contém ainda uma porção não decomposta de cada um dos

corpos AB e CD. No exemplo citado, ha em presença uns dos outros quatro saes em vez de dous, a saber, sulphato de cobre, chlorureto de cobre, sulphato de soda, e chlorureto de sodio; o mesmo tem lugar em todas as dissoluções, que contêm uma mistura de muitos corpos. Resulta d'aqui, que se dissolvermos em agua seis saes de acidos e de bases differentes, o liquido conterà 36 saes, se nenhum d'elles for precipitado; porque antes que o equilibrio da affinidade se estabeleça, uma porção de cada acido combina-se com uma porção correspondente de cada base. Quando se evapora a dissolução, não se depositam ordinariamente mais de seis saes, e a precipitação opéra-se na ordem, segundo a qual a combinação d'um acido com uma base fórma um sal insolúvel no liquido restante.»

Fallando depois das modificações, que soffre a affinidade pela influencia das propriedades physicas dos corpos, diz Berzelio: «Quando dous corpos A e B têm affinidade para um terceiro corpo C, ainda que A tenha mais affinidade para C, e se acha já combinado com elle, póde comtudo ser expellido por B, quando elle é volatil e susceptível de se desenvolver no estado de gaz; porque desde o momento em que o corpo B começa a obrar em proporção de sua quantidade e de sua affinidade, uma parte de A, posta em liberdade, desenvolve-se, e não se oppõe á tendencia do corpo B a combinar-se com outras quantidades de C. Se o corpo A não é volatil á temperatura ordinaria, mas sim a uma temperatura elevada, a decomposição completa sómente se effectua á temperatura, em que A começa a volatilisar-se. O acido azotico, por exemplo, é um acido muito mais forte do que o acido borico, mas aquelle é volatil, e este é fixo, e póde por isso ser expellido de suas combinações pelo acido borico, aquecendo a mistura. O potassio decompõe o protoxydo de ferro á temperatura ordinaria; a potassa é decomposta

pelo ferro a uma temperatura assás elevada para que o potassio se possa volatilisar.»

« Quando se misturam dous compostos AB e CD, e se expõe a mistura a uma temperatura sufficiente para que o composto AD se volatilise, os dous compostos decompõem-se a esta temperatura, ainda que a afinidade de A para B seja a mais forte; AD volatilisa-se e CB fica. Por exemplo, o borato d'ammonjaco e o sal marino não se decompõem á temperatura ordinaria, se expozermos porém a mistura d'estes dous saes a uma temperatura elevada, o sal ammoniaco sublimar-se-ha, e ficará o borato de soda.

« As modificações produzidas pelo differente gráo de solubilidade são ainda mais frequentes. — Se dous corpos A e B têm afinidade para um terceiro corpo C, e um d'aquelles corpos fórma com C um composto insolúvel, este separa-se, quando se misturam os ditos corpos no estado de dissolução aquosa. Se A tem para C maior afinidade do que tem para B, mas CB é insolúvel; precipita-se, apesar da acção contraria da afinidade primitiva, uma quantidade de BC maior do que a que se teria formado segundo a regra, se BC fosse solúvel; porque a parte precipitada é subtrahida á influencia dos corpos dissolvidos, e a afinidade de A para o dissolvente diminue sua afinidade para C. A quantidade de BC, que se fórma, é tanto maior, quanto menos solúvel é este composto, e vice-versa. Se pelo contrario ha grande differença entre a afinidade de A, e a de B para C, não se fórma o composto BC. Se misturarmos, por exemplo, uma dissolução d'azotato de cal com outra de acido tartarico, haverá, não obstante o acido tartarico ser mais fraco do que o acido azotico, precipitação de tartarato de cal, porque este sal é insolúvel na agua; mas nem o acido carbonico, nem o acido borico precipitam a menor porção de cal da dissolução do azotato d'esta base,

apesar de serem insolúveis os compostos, que estes ácidos formam com a cal; porque a affinidade do ácido azótico para esta base é muito maior do que a dos outros dous ácidos.»

« Quando se misturam dissoluções aquosas de dous compostos AB e CD, se A póde formar com D um composto insolúvel, a decomposição mutua dos dous corpos tem sempre logar, ainda que A tenha para B mais affinidade do que tem para D: AD precipita-se e BC fica em dissolução no líquido. Se AD, em vez de ser insolúvel, é sómente menos solúvel do que os outros compostos, e se faz evaporar a dissolução, AD crystalliza. Se AD tem tendencia a efflorescer, e se abandona a dissolução a si mesma, effloresce pouco a pouco, e CB fica em dissolução no líquido.»

Os principios expostos são, se nos é licito dizel-os assim, uma reproducção das ideias de Berthollet. Suppondo porém que todos estes principios sejam exactos, e exactos tambem os resultados das experiencias de Henry e Soubeiran, resta ainda saber, se a doutrina de Berthollet é inteiramente verdadeira. Para a discutirmos com alguma clareza dividil-a-hemos nas tres questões seguintes; 1.<sup>a</sup> se todas as vezes que um composto AB se acha em presença do corpo C, que tem affinidade para A, ha sempre uma decomposição parcial, qualquer que seja a relação entre a affinidade de A para B e a de A para C: 2.<sup>a</sup> se haverá casos em que a reacção seja determinada pela insolubilidade ou volatilidade d'um dos corpos, que devem resultar da mesma reacção: 3.<sup>a</sup> como obra neste caso a insolubilidade ou a volatilidade, para produzir a reacção.

Em quanto á primeira questão, ha alguns factos que desmentem a generalidade do principio. Ao exemplo já citado, de que o ácido bórico e o ácido carbonico não produzem precipitado algum de borato ou de carbo-

nato de cal n'uma dissolução de azotato da mesma base, podemos accrescentar o seguinte, mencionado por Dumás nas suas lições de Philosophia Chimica. O acido borico dá á tintura de tornesol a côr chamada vermelho vinho-sô, em quanto que os acidos energicos, como o acido sulphurico, a fazem passar para um vermelho alourado imitante á côr da pelle de cebola. Ora, se lançarmos na tintura de tornesol uma porção de acido borico dissolvido, e lhe ajuntarmos depois uma dissolução de sulphato de soda, não perceberemos mudança alguma de côr; o que deveria acontecer, se, segundo o pensamento de Berthollet, a base se repartisse entre os dous acidos, borico e sulphurico; porque parte d'este acido, tornando-se livre, deveria dar ao liquido a côr que elle imprime á tintura de tornesol. A prova mais convincente de que nenhuma porção d'acido sulphurico se tornou livre, é, que se lançarmos no liquido algumas gottas d'este acido, a côr vermelha de pelle de cebola apparecerá immediatamente, e conservar-se-ha sempre a mesma, qualquer que seja a quantidade de acido que se addicione. Estes factos parecem demonstrar, que a partilha do corpo B entre A e C não tem logar, quando B tem para A uma affinidade muito maior do que tem para C; de maneira que, se o composto AB é posto em presença do corpo C, nenhuma porção de AB é decomposta, ainda que o composto BC, que se poderia formar seja insolúvel. Taes são as ideias de Dumás e de Thenard, e tal é tambem a opinião de Berzelio, segundo se depreheende do que elle diz, falando das modificações que soffre a affinidade pela influencia das propriedades physicas dos corpos.

Suppondo porém, que a referida partilha nem sempre tem logar, haverá casos em que a reacção seja determinada pela insolubilidade ou volatilidade d'um dos productos da mesma reacção? Interroguemos os factos sem prevenção e com imparcialidade. Se misturarmos uma

dissolução de chlorureto de calcio com uma outra de borato d'ammoniaco, teremos em resultado uma precipitação de borato de cal; o que não aconteceria, se em vez do borato d'ammoniaco empregassemos o acido borico. Para explicar estes phenomenos pelas leis da affinidade, basta suppor que a affinidade do acido borico para a cal é menor do que a do chloro para o calcio, não podendo por isso haver decomposição quando se emprega o acido borico. No caso, porém, em que os dous saes obram mutuamente um sobre o outro, a affinidade do acido borico para a cal junctamente com a do chloro para o ammoniaco excedem a do chloro para o calcio, e d'ahi vem a nova formação. N'este caso póde-se dizer, que a insolubilidade do borato de cal não seria necessaria para se effectuar a decomposição mutua dos dous saes.

Mas supponhamos outro caso: misturemos uma dissolução de sulphato de magnesia com outra de chlorureto de sodio. A evaporação na temperatura ordinaria fará precipitar crystaes d'este segundo sal, o qual é effectivamente n'esta temperatura menos solúvel que o primeiro. Se abaixarmos porém a temperatura a tres grãos cent., em vez d'aquelles crystaes apparecerão os de sulphato de soda, que é n'esta temperatura menos solúvel do que o chlorureto. Aqui é evidente que a menor solubilidade d'um dos saes foi o que determinou a reacção. Como obra porém a insolubilidade d'um dos productos da reacção, para produzir esta mesma reacção? Eis ahi a terceira e a mais importante questão. Parece claro que, se duas moleculas constituintes, pertencentes a dous compostos differentes, se acham em contacto, e não teem uma para com a outra sufficiente força d'affinidade para vencerem a que as prende aos compostos respectivos, mas ao mesmo tempo outras duas moleculas proximas d'estas estão em iguaes circumstancias, deve haver uma tenden-

cia para estas quatro moleculas se aggregarem duas a duas, quando a sua coexistencia no estado de dissolução seja impossivel. Esta nova força poderá então destruir o equilibrio, a nova composição se completará, e d'ahi resultará a troca de bases devida em grande parte á cohesão.

Dir-se-ha: mas, se a cohesão se dá entre as moleculas integrantes, como póde ella actuar antes da formação d'essas mesmas moleculas? Não sabemos; mas poderia responder-se: que a cohesão obra neste caso como a afinidade predisponente. Circumstancias ha, em que um corpo não póde decompor outro, senão quando em presença d'elles se acha um terceiro, que póde unir-se com o novo composto. O ferro, por exemplo, o zinco, e outros metaes sómente decompõem a agua a frio sob a influencia dos acidos energicos. Aqui caberia tambem perguntar, como é que a afinidade do oxydo para o acido póde obrar antes d'elle formado. Não cremos, que este phenomeno tenha uma explicação satisfactoria no estado actual da sciencia. Se os Chimicos um dia souberem tirar todo o partido das immensas riquezas, que este seculo, tão rico em sabios, lhes deixar, a elles só cabe a gloria de dar a explicação d'este phenomeno. Admittido porém o facto, que é incontestavel, não ha difficuldade em conceber, que a insolubilidade de um dos compostos, que devem resultar da reacção, possa em certos casos determinar uma reacção, que não teria logar sem esta circumstancia.

O que a insolubilidade produz em certos casos, póde produzil-os n'outros a volatilidade. Se misturarmos uma dissolução de chlorureto de sodio com outra de borato d'ammoniacco, e elevarmos a temperatura, haverá formação de borato de soda. A explicação d'este phenomeno é ainda a mesma. O chloro e o ammoniacco tendendo a volatilisar-se, deixam de actuar sobre os outros

corpos, que se acham em mistura. O acido borico em presença da soda, e livre em parte da influencia do ammoniaco obedece á affinidade d'aquelle alkali com tanta mais energia, quanto é certo que a força da cohesão tambem pelo seu lado favorece aquella affinidade.

Até ao começo do seculo actual não se conheciam como causas das combinações, senão a affinidade, o calor, e a luz; descobriu-se depois a influencia da electricidade, e reconheceu-se que todos estes agentes não produziam outro effeito senão o de augmentar ou diminuir o exercicio da affinidade. Mas nem sempre a reacção chimica provem da maior ou menor tendencia dos corpos a combinar-se, casos ha, em que os corpos reagem chimicamente uns sobre os outros sem se combinarem. Desde os factos descobertos por Davy, e Doebereiner relativamente á acção da platina fulminante sobre o alcohol em presença do oxygeno, produzindo acido acetico, a sciencia tem-se enriquecido de numerosas observações. Thenard descobriu os curiosos phenomenos, que apresenta a agua oxygenada em contacto com certos metaes muito divididos, ou seus oxydos, taes como o ouro, a prata, etc., e logo viu que não podiam explicar-se pelas leis ordinarias da affinidade, porque estes corpos ficam inalteraveis em presença do bioxydo de hydrogeno, e produzem a sua decomposição por uma simples acção de contacto, sem entrarem em novas combinações. Reconheceu-se depois a mesma curiosa propriedade em muitos outros corpos, taes como o rhodio, o iridio, o carvão, a porcelana, o vidro, o bioxydo de manganez, a fibrina animal, e muitas outras substancias que operam certas reacções sem soffrerem a menor modificação chimica. Thenard descobriu tambem, que o poly-sulphureto d'hydrogeno apresentava reacções da mesma ordem que a agua oxygenada. As experiencias curiosas de Kuhlman demonstraram, que todos os compostos oxygenados do

azoto misturados com uma quantidade sufficiente de hydrogeno se transformam em ammoniaco pela influencia da platina em grande estado de divisão. Emfim, as mysteriosas reacções da Chimica organica vieram constituir uma nova ordem de factos, que as simples leis da affinidade não podiam explicar. A transformação da fecula em assucar pelo acido sulphurico, a decomposição do assucar em alcohol e acido carbonico pela acção do fermento, são factos devidos á mesma causa, que a decomposição da agua oxygenada, e do poly-sulphureto de hydrogeno nas circumstancias já indicadas. Berzelio fez grandes serviços á sciencia, quando debaixo do nome de — força catalytica — considerou os phenomenos variados das combinações e decomposições produzidas por corpos, que não participam, nem influem por seus elementos nestes resultados. Os corpos catalyticos não reagem por affinidade chimica propria, mas promovem e põem em acção as affinidades das outras substancias.

Mitscherlich, estudando a acção e a influencia importante exercida pelo estado da superficie dos corpos catalyticos, e reconhecendo que a condição physica dos corpos favorece ou retarda as acções chemicas, deu a esta força particular o nome de força de contacto.

Liebig dá-lhe o titulo de acção dynamica, e supõe que a actividade dos atomos d'um corpo no estado de movimento pôde ser communicada aos atomos d'outro corpo no estado de repouso. Confórme esta opinião, os atomos de um composto no estado completo de equilibrio statico se preparam para o exercicio de novas affinidades, quando a força de inercia é vencida pelo movimento communicado por outro corpo. É por esta hypothese, que Liebig explica algumas das transformações mais difficeis da Chimica organica. Ha porém muitos exemplos de decomposição catalytica sem movimento intestino dos atomos do corpo excitador.

Playfair sustenta, que a força catalytica não é outra coisa mais que uma modificação da affinidade exercida em condições particulares, e que não ha necessidade de attribuir esta classe de phenomenos a uma força desconhecida, ou á communicação d'um movimento intestino. Os atomos d'um corpo podem estar n'um estado de tensão maior ou menor em consequencia de causas muito variadas; a affinidade de um corpo para outro póde ser sufficiente para produzir este estado de tensão, sem chegar a effectuar uma decomposição, e a addição d'outro corpo, actuando na mesma direcção, póde produzir um resultado, que nenhum d'elles de per si só era capaz de produzir.

Baudrimont pensa, que alguns dos phenomenos catalyticos se podem explicar pela affinidade, por exemplo, a fermentação, phenomeno em que tudo indica que o fermento se decompõe, porque perde o azoto. Os factos da agua oxygenada e outros são realmente casos particulares de reacções chimicas; mas Baudrimont julga que elles se podem explicar por outras forças conhecidas, sem que seja mistér recorrer a uma causa desconhecida. A acção catalytica é para este Chimico um effeito devido á mesma força, que determina os phenomenos capillares, e por consequente a uma attracção molecular.

19.<sup>a</sup> LIÇÃO.

**LEIS DAS COMBINAÇÕES CHIMICAS. — O QUE PENSAVAM OS ANTIGOS PHILOSOPHOS. — PRIMEIROS TRABALHOS ANALYTICOS NO SEculo 17.<sup>o</sup> — LEIS DAS PROPORÇÕES EM PÊSO. — LEIS DE WENZEL, E DE RICHTER. — CONTROVERSIA ENTRE PROUST E BERTHOLLET. — LEI DAS PROPORÇÕES MULTIPLAS DE DALTON. — DOCTRINA DAS PROPORÇÕES CHIMICAS COROADA PELOS TRABALHOS ANALYTICOS DE BERZELIO. — LEIS DAS PROPORÇÕES EM VOLUMES, OU LEIS DE GAY-LUSSAC.**

*Leis das combinações químicas.*

**P**arece que os antigos Chemicos, diz Thenard, consideravam os corpos compostos como sujeitos ás mesmas leis de desenvolvimento dos corpos organicos, suppondo que os compostos chemicos se formavam, adquirindo successivamente e por gradações insensiveis os elementos, que entravam na sua composição. Se Linneu porém pode dizer, com alguma razão, fallando dos reinos organicos — *natura non facit saltus* — é evidente, que as descobertas da Chimica moderna não permitem applicar esta sentença ao reino inorganico. Todas as analyses concordam em estabelecer, que os corpos possuem uma composição invariavel, e passam d'um a outro gráo de combinação por transformações completas, por verdadeiros saltos, sem

que se possa observar alguma d'estas modificações intermedias admittidas outrora. A influencia d'estas ideias sobre a variabilidade dos compostos chimicos foi grande e funesta. Como poderia haver interesse em determinar pela analyse as relações dos elementos de um composto, quando se pensava que suas proporções podiam variar ao infinito, e que só a sua natureza tinha alguma cousa de constante? Dava-se pouca importancia ás analyses quantitativas; quasi sempre mal feitas, já pelo pouco cuidado com que se practicavam, já pela inexactidão dos processos, que se empregavam, eram outras tantas causas de erros, que vinham confirmar os Chimicos em suas opiniões pelos resultados differentes, que o mesmo corpo apresentava em ensaios consecutivos.

Não pensa porém Berzelio como Thenard, porque faz remontar a ideia das proporções chimicas a bem antigas eras. Desde que se começou a considerar os corpos como compostos de elementos simplicies, diz Berzelio, parece que se admittiu tambem, que nos corpos compostos os mesmos caracteres exteriores, e as mesmas propriedades indicam uma combinação dos mesmos elementos nas mesmas proporções. Esta ideia parece ter sido já adoptada pelos Philosophos dos mais antigos tempos, quando a experiencia não era ainda sufficiente para servir de base ás ideias especulativas, e fazia já parte da Philosophia de Pithagoras. Philon, auctor do livro da sabedoria, e que se suppõe ter vivido no tempo de Caligula, diz — Deos fez tudo por conta, pêsso, e medida —. Comtudo até aos nossos tempos os Philosophos não tiveram senão um presentimento obscuro desta verdade; foi a convicção destas ideias, que dirigiu os primeiros ensaios da analyse chimica. Ainda que não se possa designar com certeza o primeiro Chimico, que tentou determinar as proporções dos principios constituintes d'um corpo composto, está comtudo demonstrado, que a arte de  
fazer

fazer analyses com precisão data apenas do meado do seculo passado. Foi depois que se reconheceu por meios exactos a composição dos corpos, que se poude verificar experimentalmente a verdade das leis das combinações chimicas. Quando a observação demonstrou, que havia em alguns phenomenos da Natureza indicios certos de uma verdadeira constancia na composição dos corpos; quando se reflectiu que os corpos compostos são mui differentes dos elementos que os constituem, e se apresentam sempre os mesmos, quando elles são puros, concluiu-se que estes elementos se uniam uns com os outros em relações determinadas. Estas observações conduziram *á priori* ao conhecimento das proporções chimicas, e methodos analyticos foram descobertos, que verificaram a verdade deste principio.

Desde que appareceram os primeiros trabalhos analyticos dos Chimicos ácerca da composição em 'pêso dos corpos, até ao brilhante ensaio das proporções chimicas de Berzelio, medeia um espaço de mais de quarenta annos, e em todo este periodo se contam importantes estudos sobre as leis das combinações chimicas.

Wenzel parece ser o primeiro Chimico, que chamou a attenção dos sabios sobre esta doutrina. Foi d'um factó já conhecido dos Chimicos — que dous saes neutros conservam a sua neutralidade depois de sua mutua decomposição — que Wenzel partiu para fundar a sua doutrina e determinar a composição de um grande numero de saes. Wenzel publicou as suas observações em 1777, mas já pelo meado do seculo 17.<sup>o</sup>, época em que não havia ainda senão noções vagas sobre a natureza dos corpos, Glauber havia reconhecido que o acido sulphuroso se substituia aos acidos contidos no nitro e no sal marino, e que o ammoniaco era deslocado das suas combinações salinas pelos alkalis fixos. Foi com o fim de estabelecer a capacidade de saturação relativa dos acidos e das bases, que Wenzel foi levado á descoberta da importante lei

que se segue: — Existe uma relação constante entre os pêsos das bases, que saturam a mesma quantidade de um acido qualquer, e entre as quantidades dos diversos acidos, que saturam uma quantidade constante de qualquer base. — Esta lei explica satisfactoriamente a razão porque os saes conservam a sua neutralidade depois de sua mutua decomposição; porque as quantidades d'acidos que neutralizam o mesmo pêsos d'uma base, neutralizam igualmente o mesmo pêsos de outra base. Se lançarmos sulphato de soda n'uma dissolução de azotato de baryta até que não se forme mais precipitado, a baryta tomará a quantidade de acido sulphurico, que lhe é necessaria para formar um sal neutro, e o liquido não conterà nem acido azotico livre, nem soda livre, porque as quantidades de acido azotico e sulphurico, que neutralizam o mesmo pêsos de baryta, saturam tambem o mesmo pêsos de soda. Depois da descoberta d'esta lei, Bergman apresentou em 1782 grande numero de experiencias sobre a precipitação dos metaes uns pelos outros; mas é principalmente a Richter, Chimico de Berlim, que se devem ensaios e experiencias sobre este objecto. Na decomposição dos saes pelos metaes, Richter observou, que havia uma simples substituição de um metal por outro, e que todos os outros elementos dos saes não soffriam modificação alguma em suas proporções, por outros termos — que o estado de neutralidade dos saes em dissolução não muda, quando se substitue um metal por outro. — Desta observação deduziu Richter a lei seguinte: — Existe uma relação constante entre a quantidade do acido, e a quantidade de oxygeno do oxydo que está com elle combinado. — Porque sendo um sal formado pela reunião de um acido, e de um oxydo metallico, e sendo este composto de oxygeno e de um metal, o acido e o oxygeno do oxydo conservam-se n'uma relação constante e invariavel, e só o metal é que varia. Se immergirmos uma

lamina de cobre n'uma dissolução de azotato de prata, esta precipita-se pouco a pouco, e o liquido adquire logo a côr azul pela formação do azotato de cobre puro. Se o sal de prata for neutro, o que de novo se fórma tambem o será. A mesma cousa tem logar quando n'esta dissolução de azotato de cobre se mergulha uma lamina de zinco; o cobre precipita-se, e fórma-se azotato de zinco no mesmo gráo de saturação do sal de cobre. O que acontece nos azotatos, verifica-se nos sulphatos, e em todos os outros generos de saes. Em todos os casos a precipitação de um metal, e a sua substituição por outro, deixa a dissolução no estado de saturação, em que existia antes da experiencia. Esta lei de Richter é da maior importancia, porque tem uma feliz applicação á analyse dos oxydos metallicos, permittindo conhecer a sua composição exactamente, sem empregar a analyse directa, nem a synthese. Com effeito, se conhecermos a relação, que existe entre a quantidade de um acido, e a do oxygeno de um dos oxydos, que o podem saturar, como sabemos que esta quantidade deve ser a mesma em todos os outros oxydos, bastará conhecer esta relação, e a quantidade de base que satura um dado pêsô do acido, para avaliarmos immediatamente a composição do oxydo. Por exemplo, a cal ou oxydo de calcio nunca foi analysada; sabemos porém, que nos sulphatos a quantidade de acido está para a do oxygeno dos oxydos, como 501:100, e que em 857, partes de sulphato de cal ha 501 de acido e 356 de cal. Ora, como em 356 partes de cal deve haver 100 d'oxygeno, segue-se que 256 são de calcio, e temos por consequente descoberto a composição do protoxydo de calcio.

Na época em que appareceram os importantes trabalhos de Wenzel e Richter, a attenção dos Chimicos estava quasi exclusivamente dedicada á meditação das celebres doutrinas de Lavoisier, que com a balança na mão baniu da sciencia o falso principio do phlogistico e as va-

gas especulações, que os grandes genios de Stahl e Bequer-haviam enthronizado na theoria da Chimica. A luta que o *systema antiphlogistico* de Lavoisier teve de sustentar foi porfiada, e quasi que deixava em esquecimento o fecundo principio das proporções chimicas. É notavel que nos escriptos de Lavoisier nada se encontre de positivo sobre as proporções chimicas, a não ser a differença que elle estabeleceu entre — solução — e dissolução —, podendo a primeira ter logar em todas as proporções, em quanto que a outra, mudando a natureza do corpo dissolvido, não admite senão proporções fixas e invariaveis. Foi depois do apparecimento das doutrinas de Lavoisier, isto é, no começo d'este seculo que principiou a celebre discussão entre Proust e Berthollet. Ha muito que se conhecia haver um certo minimo, e um certo maximo de saturação mutua, sóra de cujos limites toda a combinação era impossivel. Berthollet foi o Chimico que mais se empenhou em estabelecer a existencia d'estes limites de combinação, e considerava estes dous grãos extremos de combinação como sujeitos a proporções fixas e invariaveis. Mas entre estes dous limites será indefinido o numero de combinações? A passagem do minimo ao maximo de saturação operar-se-ha por grãos insensiveis, ou por grãos determinados? Os dous illustres antagonistas limitavam a questão aos oxydos metallicos, e Berthollet sustentava que entre o maximo e o minimo d'oxydação de um radical podia haver um numero infinito de grãos. Proust pelo contrario, tractou de provar, que esta ideia era inexacta, e que os metaes não produzem com o enxofre e com o oxygeno senão um pequeno numero de combinações em proporções fixas e invariaveis, não sendo todos os grãos intermedios senão misturas de compostos em proporções fixas. Em geral, não admittia senão dous oxydos para cada metal, e dous sulphuretos correspondentes a estes dous oxydos. O minio com que se lhe

objectou era considerado por Proust, como um composto do protoxydo de chumbo e do peroxydo. Este modo de representar os oxydos intermedios e irregulares, como verdadeiras combinações salinas, diz Dumás, é uma ideia verdadeiramente philosophica de Proust, que a observação de suas propriedades cada dia mais justifica. Esta explicação, que Proust applicava ao oxydo negro de ferro, e a muitos outros, é hoje geralmente adoptada. Apesar da sagacidade e profundos conhecimentos de Berthollet, a opinião de Proust triumphou pelo grande numero de analyses, que fallavam a seu favor. O exame da maior parte dos compostos conhecidos mostra effectivamente, que o numero de combinações possiveis entre os dous termos extremos é sempre mui pequeno.

Os sabios principios de Dalton sobre as proporções chemicas vieram depois confirmar a verdade da proposição de Proust. Dalton, fundando-se nas ideias theoricas, já emittidas por Higgins, que suppunha os corpos, compostos de particulas ou atomos, e que um novo atomo de oxígeno junto a um oxydo produzia um novo gráo de oxidação, foi levado á descoberta da celebre lei das proporções multiplas, que em tanta harmonia está com os principaes factos da Chimica. Esta lei póde formular-se da maneira seguinte: — Quando dous corpos se combinam em muitas proporções, representando pela unidade a quantidade de um, as quantidades do outro estão entre si em relação simples nos diversos compostos; — de maneira que se designarmos por A um dos corpos, e o outro por B, os compostos formados por estes dous corpos serão representados por  $A+B$ ,  $A+1\frac{1}{2}B$ ,  $A+2B$ ,  $A+3B$ ,  $A+4B$ , etc., ou  $1\frac{1}{2}A+B$ ,  $2A+B$ ,  $3A+B$ , etc.

Este principio de Dalton foi logo confirmado pelas experiencias de Wollaston, o qual analysando os differentes compostos, que o acido oxalico fórma com a potassa, achou que nestes saes as proporções de acido, que se

combinam com uma quantidade constante de potassa, estão entre si, como os numeros 1, 2, 4, e que nos dous compostos do acido sulphurico com a potassa, as quantidades d'acido estão entre si como 1:2. Mas não são só estes compostos que confirmam o principio de Dalton; todas as combinações estão sujeitas a esta lei, os oxydos, os sulphuretos, os chloruretos, etc.

Os importantes trabalhos analyticos de Berzelio vieram depois coroar a doutrina das proporções chemicas, verificando novamente as leis de Wenzel e de Richter, e descobrindo outras leis, e outras relações geraes na composição dos corpos. Vendo que o acido e a base, que formam os saes, contêm quasi sempre um elemento commum, e submettendo todos os acidos e todas as bases a um grande numero de analyses, descobriu que existe constantemente uma relação simples entre as quantidades d'este elemento no acido e na base, e formulou esta lei da maneira seguinte: — Corpos compostos de primeira ordem, em que o elemento electro-negativo é commum, combinam-se sempre em proporções taes, que a quantidade do elemento electro-negativo de um é multipla por um numero inteiro da quantidade do mesmo elemento no outro —. Estes multiplos são os numeros 2, 3, 4, 5, 7.

A lei das proporções multiplas, que temos exposto, observa-se ainda, quando as proporções, em vez de se avaliarem em pêso, se consideram em volume. Em 1806, Humbold e Gay-Lussac demonstraram, que a agua era formada de um volume de oxygeno e dous d'hydrogeno, e em 1809, Gay-Lussac reconheceu, que todas as combinações então conhecidas, que os gazes podiam formar entre si, apresentavam tambem relações simples entre seus volumes, e que quando o producto da combinação é gazoso, o seu volume está ainda n'uma relação simples com o volume dos gazes, que concorreram para a sua formação. Estas observações conduziram Gay-Lussac

a formular as duas leis, que são hoje designadas pelo nome do seu Auctor: — 1.<sup>a</sup> existe uma relação simples entre os volumes dos fluidos elasticos que se combinam: 2.<sup>a</sup>— Se o producto das combinações é tambem gazoso, o seu volume tem ainda uma relação simples, tanto para a somma dos volumes dos componentes, como para o volume de qualquer d'elles.— Podemos citar como exemplos da verdade destas duas leis os seguintes: dous volumes de azoto e um de oxygeno, produzem dous volumes de protoxydo de azoto; dous volumes d'azoto e dous d'oxygeno, formam quatro volumes de bioxydo de azoto; dous d'azoto e quatro d'oxygeno, produzem quatro de acido hypo-azotico; dous de hydrogeno e um d'oxygeno, dous de vapor aquoso; dous d'hydrogeno e dous de chloro, quatro de acido chlorhydrico, etc.

Se generalizarmos o que se observa n'estes exemplos, e em muitos outros que omittimos, podemos deduzir as seguintes illações: — 1.<sup>a</sup> Quando os gazes se combinam em volumes iguaes, não ha condensação; é o que se observa na combinação do chloro, bromo, iodo, e o cyanogeno com o hydrogeno! 2.<sup>a</sup> quando um volume d'um gaz se combina com dous d'outro gaz, há contracção de um terço do volume total, de maneira que o producto da combinação é reduzido a dous volumes; é o que tem logar na combinação do oxygeno com o hydrogeno para a formação da agua, do oxygeno com o azoto para a formação do protoxydo d'azoto, do oxygeno com o chloro para a formação do oxydo de chloro, etc.

## 20.ª LIÇÃO

**O QUE SE ENTENDE POR EQUIVALENTES E NUMEROS PROPORCIONAES. — VANTAGENS, QUE RESULTAM DO CONHECIMENTO DOS EQUIVALENTES. — MANEIRA DE OS DETERMINAR. — DEFEITOS E INCONVENIENTES NOTADOS POR PELOUZE E BANDRIMONT. — EXAGERAÇÃO D'ESTES AUCTORES. — REFLEXÕES GERAES. — RESUMO E CONCLUSÃO.**

**D**emonstrámos na lição antecedente, que quando dous corpos se combinam entre si em proporções definitas, as combinações operam-se sempre de maneira tal, que se tomarmos por constante a quantidade d'um, a quantidade do outro nos diferentes compostos é multipla por  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3, 4, etc. da menor quantidade d'este mesmo corpo no primeiro composto que se pôde considerar como o mais simples. Uma outra lei das combinações não menos importante, e cuja descoberta muito contribuiu para os progressos da sciencia, é a dos equivalentes, de que hoje nos occuparemos.

A experiencia mostra, que as mesmas quantidades ponderaveis de diferentes corpos que se combinam com uma dada quantidade d'um certo corpo, se combinam tambem com uma mesma quantidade d'um outro corpo qualquer; quer dizer, que se as quantidades A, B, C, D, etc. de diferentes corpos se combinarem com a mesma quantidade P d'um dado corpo, as mesmas quantidades A, B, C, D, etc. entrarão em combinação com a mesma

quantidade Q d'um outro corpo, com a mesma quantidade S d'um outro, e assim por diante. Sabemos, por ex., que 100 partes em pèso d'oxygeno formam com 250 de calcio a cal ou protoxydo de calcio, com 158 de magnesio a magnesia ou oxydo de magnesio, com 490 de potassio a potassa ou protoxydo de potassio, etc.; e que as mesmas quantidades d'estes metaes que se unem com 100 d'oxygeno para formarem um oxydo, se combinam tambem com 200 d'enxofre para produzirem um sulphureto, com 443 de chloro para produzirem um chlorureto, etc. Teremos por tanto, representando estes corpos pelos seus symbolos

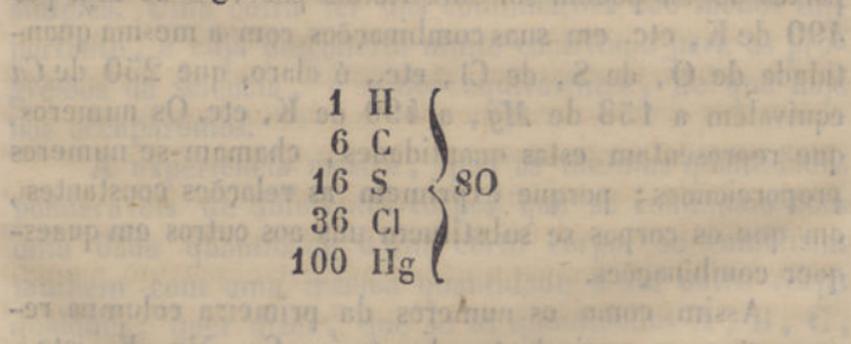
250 Ca	}	100 O
158 Mg		200 S
490 K		443 Cl
etc.		etc.

As quantidades ponderaveis dos differentes corpos, que podem ser substituidas umas pelas outras em suas combinações com uma mesma quantidade d'um corpo qualquer, têm o nome de equivalentes; porque, se 250 partes de *Ca* podem ser substituidas por 158 de *Mg*, por 490 de *K*, etc. em suas combinações com a mesma quantidade de *O*, de *S*, de *Cl*, etc., é claro, que 250 de *Ca* equivalem a 158 de *Mg*, a 490 de *K*, etc. Os numeros, que representam estas quantidades, chamam-se numeros proporcionaes; porque exprimem as relações constantes, em que os corpos se substituem uns aos outros em quaesquer combinações.

Assim como os numeros da primeira columna representam os equivalentes dos corpos *Ca*, *Mg*, *K*, etc., assim tambem os da segunda representam os equivalentes dos corpos *O*, *S*, *Cl*, etc.; porque representam tambem

as quantidades ponderaveis d'estes corpos, que podem combinar-se com a mesma quantidade de qualquer dos corpos da primeira columna.

Uma outra circumstancia notavel e mui importante d'esta lei, é que estes mesmos numeros e os seus multiplos exprimem todas as proporções, em que estes differentes corpos se podem combinar entre si. Assim, se soubermos que o corpo S é susceptivel de se combinar com o corpo O em differentes proporções, podemos ter a certeza de que 200 partes em pêsos de S hão-de combinar-se com 100 de O para formar algum dos compostos, e que os outros hão-de ser formados das mesmas 200 partes de S com 200 de O ou  $100 \times 2$ , com 300 ou  $100 \times 3$ , etc. A 1.<sup>a</sup> proporção exprime a composição do acido hypo-sulphuroso, a 2.<sup>a</sup> a composição do acido sulphuroso, e a 3.<sup>a</sup> a do acido sulphurico; dizemos então que o 1.<sup>o</sup> composto é formado d'um equivalente d' enxofre e um d'oxygeno, o 2.<sup>o</sup> d'um equivalente d' enxofre e dous d'oxygeno. e o 3.<sup>o</sup> d'um equivalente d' enxofre e tres d'oxygeno. Esclareçamos isto com outro exemplo. Mostra a experiencia que 1 d'hydrogeno, 6 de carbono, 16 d' enxofre, 36 de chloro, e 100 de mercurio se combinam com 8 d'oxygeno; o que se pôde escrever da maneira seguinte:



Ora, se examinarmos, qual é a proporção, em que os corpos H, C, S, Cl, e Hg se combinam entre si,

acharemos que 1 d'hydrogeno se combina com 6 de carbono para formar o gaz hydrogeno carbonado, que 1 d'hydrogeno se combina com 16 d'enzofre para formar o gaz acido sulphydrico, que 1 d'hydrogeno se combina com 36 de chloro para formar o acido chlorhydrico, que 16 d'enzofre se combinam com 100 de mercurio para formarem o bi-sulphureto de mercurio, e que 36 de chloro se combinam com 100 de mercurio para formarem o bi-chlorureto de mercurio.

Do que levamos dito se deixa vêr, de quanta vantagem seja o conhecimento dos equivalentes; porque basta conhecer a composição d'um certo numero de compostos, para se avaliar immediatamente, e sem que seja mister recorrer á analyse, a composição quantitativa de todos os outros. Se soubermos, por ex., que a agua é composta d'um equivalente de hydrogeno e um d'oxygeno, e que o acido chlorhydrico é composto d'um equivalente de hydrogeno e um de chloro, podemos immediatamente concluir que o chlorureto que resultar da reacção do acido chlorhydrico sobre um oxydo metallico, ha-de ter uma composição analogá á do oxydo. Se este for formado d'um equivalente de metal e um d'oxygeno, o chlorureto será tambem formado d'um equivalente de metal e um de chloro; se o oxydo for composto d'um equivalente de metal e dous d'oxygeno, o chlorureto será tambem composto d'um equivalente de metal e dous de chloro, e assim por diante. Era, por tanto, muito conveniente formar uma taboa dos equivalentes, e os principios que temos exposto são sufficientes para fazer ver, de que maneira elles se podem calcular: basta tomar um corpo para termo de comparação, representar por um numero qualquer o equivalente d'este corpo, e examinar pela analyse, em que relação a quantidade ponderavel d'este corpo, que representa o seu equivalente, se combina com os outros corpos. A escolha do corpo, que deve servir de

termo de comparação, é até certo ponto arbitraria; mas a natureza da questão faz ver que o mais conveniente é o que se combina com o maior numero de corpos. Foi por esta razão que, tendo-se adoptado ao principio o hydrogeno, se deu depois a preferencia ao oxygeno, por ser um elemento constituinte da maior parte dos compostos, tanto inorganicos como organicos, e ter a propriedade, de se combinar com todos os outros corpos simplicies. Thompson representou o seu equivalente por 1, Wollaston por 10, e Berzelio o representou depois por 100, a fim d'evitar as pequenas fracções. Dest'arte, o equivalente d'um corpo simples vem a ser a quantidade d'este corpo que se combina com 100 d'oxygeno.

Para determinar o equivalente d'um corpo simples, não é absolutamente necessario conhecer qual é a quantidade d'este corpo, que se combina com 100 d'oxygeno; basta conhecer a quantidade que se combina com um equivalente de qualquer outro corpo. Supponhamos que não sabemos, qual é a quantidade de K que se combina com 100 de O; se soubermos que 490 de K se combinam com 200 de S, podemos concluir que os mesmos 490 de K se hão-de combinar com 100 de O, e por conseguinte que 490 é o equivalente de K.

Uma difficuldade ocorre á primeira vista na determinação dos equivalentes dos corpos simplicies, e vem a ser, quando o corpo, cujo equivalente queremos determinar, é susceptivel de se combinar com o oxygeno em mais do que uma proporção. Supponhamos que o corpo D, é susceptivel de se combinar com o oxygeno em tres proporções, formando os tres compostos  $D+O$ ,  $D+2O$ ,  $D+3O$ ; pergunta-se, de qual d'estes compostos nos devemos servir para determinar o equivalente de D. Convençionou-se que fosse o 1.º composto, que representa o 1.º grão d'oxydção; porque quasi sempre acontece ser este composto aquelle, que é formado d'um equivalente

de cada um dos elementos que o compõem. Pode contudo acontecer que assim não seja, porque as formulas  $D+O$ ,  $D+2O$ ,  $D+3O$ , nada nos dizem sobre o numero d'equivalentes de cada um dos corpos simples, que entram na composição dos compostos que ellas representam; dizem sómente que o corpo  $D$ , se combina com  $O$ , em proporções taes, que se tomarmos por constante a quantidade de  $D$ , a de  $O$ , no segundo composto é dupla, e no terceiro tripla da quantidade d'este mesmo principio no primeiro composto. Póde, por tanto, acontecer que este não seja formado d'um equivalente de  $D$  mais um de  $O$ , como se suppõe; mas sim de dous equivalentes de  $D$  mais um de  $O$ , ou de um de  $D$  mais dous de  $O$ , etc. N'este caso é evidente que o numero achado não será o verdadeiro equivalente, mas sim um multiplo ou submultiplo d'este.

Demais, ainda que certo oxydo seja considerado no estado actual da sciencia como o primeiro gráo d'oxydação, nada nos assegura de que não venha ainda a descobrir-se um outro com menos oxígeno. O oxydo de prata, que se obtem, dissolvendo este metal no acido azotico, e precipitando depois pela potassa o oxydo que entra na composição do sal, foi por muito tempo reputado o 1.º gráo d'oxydação da prata, e como tal empregado na determinação do equivalente d'este metal. Voehler descobriu depois um novo gráo d'oxydação menos elevado que o precedente, o que fez alterar a fórmula d'este oxydo, e o equivalente da prata. Deduzindo pois os equivalentes dos corpos simples dos primeiros grãos de sua combinação com o oxígeno, ver-nos-hemos na necessidade de alterar estes equivalentes, todas as vezes que descobertas ulteriores fizerem conhecer oxydos menos elevados.

Para acabarmos de demonstrar que o 1.º gráo d'oxydação d'um corpo simples nem sempre póde servir para determinar o equivalente d'este corpo, citaremos um

exemplo, em que este modo de determinação produziria um resultado inadmissivel, o de separar dous corpos, que tanto se assemelham por todas as analogias chemicas, como são o chloro e o iodo. — O 1.º gráo de combinação do chloro com o oxygeno é o acido hypochloroso, cuja fórmula chimica é  $\text{ChO}$ . O acido iodico, considerado como o 1.º gráo de combinação do iodo com o oxygeno, deve ter uma composição analoga, e ser representado pela fórmula  $\text{JO}$ . A primeira fórmula dá para equivalente do chloro 443; a segunda dá para equivalente do iodo 317. Ora, estes dous elementos produzem com o hydrogeno dous hydracidos, que têm entre si a maior analogia, e que devem ter uma composição analoga; e como o acido chlorhydrico é composto d'um equivalente de chloro e outro de hydrogeno, segue-se que o acido iodhydrico deve tambem ser composto d'um equivalente de iodo e outro d'hydrogeno. A analyse mostra pelo contrario que o acido iodhydrico é formado d'um equivalente d'hydrogeno e d'uma quantidade de iodo cinco vezes maior que 317; deve por tanto ter por fórmula  $\text{HJ}^5$ , formula que difere inteiramente da do acido chlorhydrico. Segundo esta hypothese, os ioduretos devem tambem ser representados por um equivalente de metal e cinco d'iodo, em quanto que os chloruretos são geralmente compostos d'um equivalente de metal e um de chloro.

Baudrimont, que não crê que os equivalentes sejam a representação exacta dos factos, cita tambem um exemplo para mostrar a fallibilidade do methodo de deduzir os equivalentes dos corpos simplices do seu primeiro gráo d'oxygenação. « Este methodo, diz elle, tem alguns inconvenientes; porque, se o applicarmos ao protoxydo de cobre, o qual é composto de 100 partes d'oxygeno e 791 de cobre, este ultimo numero será equivalente do cobre. Mas a palavra equivalente, applicada aos corpos da mesma ordem, exige que estes corpos possam ser repre-

sentados uns pelos outros em todas as suas combinações, a fim de que resulte d'aqui uma verdadeira igualdade de poder, como a palavra equivalente indica: ora, quando se comparam os compostos correspondentes do ferro e do cobre, acha-se que 339 partes de ferro não representam 791 de cobre, mas sim ametade d'esta quantidade ou 395. Da mesma sorte, decompondo um sal de cobre pelo ferro, acha-se que 339 partes d'este metal deslocam 395 de cobre. O equivalente da prata, deduzido do primeiro gráo d'oxydação d'este metal, é 1351. Ora, se decomposermos um sal de prata pelo cobre, acharemos que 395 d'este metal substituem aquella quantidade de prata. Por outra parte, se compararmos o proto-sulphureto de cobre e o proto-sulphureto de prata, veremos que estes dous corpos são perfeitamente isomorphos, e que neste caso sómente ametade de 1351 de prata ou 675 é que deve ser o equivalente de 395 de cobre.»

É certo que o equivalente d'um corpo simples nem sempre é a quantidade d'este corpo que se combina com um equivalente d'oxygeno para formar o primeiro gráo d'oxydação; já, porque o primeiro composto, aquelle que contem menos oxygeno, nem sempre tem esta composição; já, porque um equivalente d'um corpo simples póde ser substituído n'uma combinação por dous ou mais equivalentes d'outro corpo simples. Parece-nos porém que as difficuldades, que citamos, apresentadas por Pelouze e Baudrimont, são um pouco exageradas; porque é sempre facil verificar, se o equivalente determinado pelo methodo indicado, é ou não o verdadeiro equivalente. Basta para isto examinar, se o equivalente assim determinado satisfaz a todas as outras combinações e a todas as analogias chemicas. Se antes de ser conhecido o acido hypsulphuroso, avaliássemos o equivalente do enxofre pela quantidade d'este principio que se combina com 100 d'oxygeno para formar o acido sulphuroso, acharíamos 100.

Reconhecendo porém que a quantidade d' enxofre que substitue um equivalente d'oxygeno ou de qualquer outro corpo em diversas combinações, não é 100, mas sim 200, concluiríamos immediatamente que este ultimo numero é o que representa o verdadeiro equivalente do enxofre, e que o acido sulphuroso não é composto, como tinhamos supposto, d'um equivalente d' enxofre mais um d'oxygeno, mas sim de um equivalente do primeiro mais dous do segundo. Da mesma sorte, se avaliando o equivalente do cobre pela quantidade d' este metal que se combina com 100 d'oxygeno para formar o protoxydo, achamos 791, e tractando depois de o verificar, achamos que não é esta a quantidade de cobre que substitue um equivalente de qualquer outro metal em suas diversas combinações, mas sim 395, concluiríamos que é este o seu verdadeiro equivalente, e que o protoxydo de cobre não é composto d'um equivalente de cobre mais um d'oxygeno, mas sim de dous equivalentes do primeiro mais um do segundo. Sendo isto assim, é evidente que o bioxydo de cobre deve ser composto d'um equivalente de metal e um d'oxygeno, e que é este oxydo, e não o protoxydo, aquelle que corresponde por sua composição ao protoxydo de ferro e d'outros metaes. É de feito o que a experiencia mostra; porque, decompondo um sal de bioxydo de cobre pelo ferro, obtem-se um sal de protoxydo de ferro, e acha-se que 339 partes de ferro precipitam 395 de cobre.

Pelas mesmas considerações é facil de ver que o suboxydo de prata descoberto por Woehler não altera o equivalente d' este metal deduzido da composição do oxydo de prata ordinario; porque, se aquelle oxydo fosse composto d'um equivalente de metal e um d'oxygeno, este conteria por cada equivalente de metal dous d'oxygeno, e exigiria por conseguinte para a sua saturação, o dobro d'acido sulphurico e d'acido azotico, isto é,  $500 \times 2$  do primeiro,

primeiro, e  $675 \times 2$  do segundo, em quanto que as outras bases só se combinam com 500 d'acido sulphurico, e 675 d'acido azotico para formarem saes neutros.

Em fim, a analogia entre os compostos do chloro e os do iodo é sufficiente para mostrar que, assim como o acido chlorico é composto d'um equivalente de chloro e cinco d'oxygeno, assim tambem o acido iodico deve ser composto d'um equivalente de iodo e cinco d'oxygeno, o que dá para equivalente do primeiro 1586, e não 317. O equivalente do iodo, assim determinado, estabelece uma composição analogica entre o acido chlorhydrico e o acido iodhydrico, e entre os chloruretos e ioduretos, e satisfaz por conseguinte a todas as analogias.

Vem aqui a pello expôr a opinião d'alguns Auctores, que suppõem que os equivalentes dos corpos simples são multiplos por um numero inteiro do equivalente do hydrogeno. Esta ideia, primitivamente emittida por Proust, foi abandonada pelos seus mais zelosos partidistas, quando o D.<sup>r</sup> Turner, que igualmente a havia admittido em suas obras, obteve um resultado negativo depois d'experienças directas e d'um exame minucioso, de que fôra encarregado pela Associação Britannica para os progressos das Sciencias Naturaes. Ha poucos annos, os trabalhos de Dumás sobre a composição do acido carbonico e da agua chamaram outra vez a attenção dos Chemicos sobre a hypothese de Proust, e fizeram reviver até certo ponto a fé nas suas ideias. Dumás mostrou que o equivalente do carbono é exactamente igual a seis vezes o do hydrogeno, e que os equivalentes de muitos outros corpos simples, como o oxygeno, o azoto, o enxofre, o arsenico, o ferro, o calcio, etc. são multiplos do equivalente do hydrogeno. Todavia, quando se applica este principio aos metaes, cujos equivalentes são mui consideraveis, encontram-se resultados muito disparatados, e pouco confôrmes com os geralmente admittidos. Pelouze demonstrou tam-

Bem que o equivalente do chloro não se pôde considerar como um multiplo exacto do equivalente do hydrogeno, e no mesmo caso parece estar o do magnésio. Concluiremos pois com Berzelio que, com quanto o principio de Proust seja exacto a respeito de muitos corpos, não pôde contudo haver-se por geral.

A lei dos equivalentes tem lugar não só nos corpos simples, mas também nos compostos. Se examinarmos, por ex., quaes são as quantidades de diferentes bases que se combinam com uma dada quantidade d'um acido, acharemos que essas mesmas quantidades se combinam também com uma mesma quantidade d'um outro acido qualquer; o que mostra que ha uma serie de relações constantes entre as quantidades de diferentes bases, que saturam uma dada quantidade d'um acido qualquer. Para determinar pois os equivalentes das bases, bastaria tomar uma quantidade qualquer d'um acido para seu equivalente, e determinar depois pela analyse a quantidade de cada uma das bases, que satura a quantidade de acido, que representa o equivalente d'este. É porém desnecessario recorrer á analyse, para determinar os equivalentes dos corpos compostos; porque uma circumstancia muito importante d'esta lei é que os equivalentes dos compostos podem ser representados pela somma dos equivalentes dos corpos elementares que os compõem. Se soubermos, por ex., que o acido sulphurico é composto d'um equivalente d' enxofre = 200, e tres d'oxygeno = 300; e que a potassa é composta d'um equivalente de potassio = 490, e um d'oxygeno = 100, podemos ter a certeza de, que 500 partes em pêsos d'acido sulphurico hão de combinar-se com 590 de potassa. Este conhecimento é um resultado da experiencia, não se pôde considerar, como o considera Baudrimont, uma consequencia necessaria da lei dos equivalentes nos corpos simples; porque não se vê a razão por que 590 partes de potassa hão de combinar-se com

500 d'acido sulphurico, e não com 504 ou com qualquer outra quantidade. Baudrimont deixou-se illudir pela consideração de que o pêsos d'um composto é a somma dos pêsos dos corpos elementares que o compõem, e que estes pêsos devem estar entre si na mesma razão que os equivalentes dos mesmos corpos, ou n'uma razão multipla ou submultipla; mas d'aqui não se póde deduzir que os equivalentes dos corpos compostos devam de ser proporcionaes ás sommas dos equivalentes dos corpos simplicies que entram na sua composição. Não era porém difficil descobrir *á priori* esta lei, logo que Richter reconheceu que na decomposição dos saes pelos metaes ha uma simples substituição d'um metal por outro, sem que os outros elementos experimentem alguma alteração em suas proporções; porque, se tomarmos para equivalente d'um acido uma quantidade tal, que sature uma quantidade de base em que entrem 100 d'oxygeno, é evidente que a quantidade de qualquer outra base, capaz de saturar a mesma quantidade d'acido, conterà tambem 100 d'oxygeno, e que os equivalentes das bases serão então as sommas dos equivalentes dos seus elementos. Depois do conhecimento d'este facto e d'outros semelhantes era facil verificar pela experiencia a generalidade d'esta lei.

A lei dos equivalentes foi descoberta por Wenzel, Chimico allemão, reflectindo sobre um facto já conhecido, mas que não havia ainda attrahido a attenção dos Chimicos, a saber: que quando dous saes neutros mutuamente se decompõem, os dous saes produzidos são tambem neutros. Wenzel fez vêr que este facto não podia ter logar, senão houvesse uma relação constante entre as quantidades de differentes bases que se combinam com uma mesma quantidade d'um acido qualquer, porque decompondo, por exemplo, o azotato de cal pelo sulphato de potassa, para que os dous saes que resultam d'esta decomposição, sejam neutros, é necessario que o acido

sulphurico, unindo-se com a cal, e formando com ella um sulphato neutro, abandone precisamente a quantidade de potassa conveniente para saturar o acido azotico que se torna livre, ou por outros termos, que a quantidade de potassa, que se combina com uma dada quantidade d'acido sulphurico, esteja para a quantidade de cal que se combina com a mesma quantidade d'acido sulphurico, na mesma razão, em que estão entre si as quantidades de potassa e de cal que se combinam com a mesma quantidade d'acido azotico. Esta lei, que não é senão um caso particular da lei dos equivalentes, póde ser enunciada da maneira seguinte: as quantidades de differentes bases que se combinam com um acido, para formarem um genero de saes, estão entre si na mesma razão que as que se combinam com outro acido, para formarem outro genero de saes.

Se resumirmos agora o que levamos dito ácerca dos equivalentes, é facil de ver que toda esta doutrina se póde formular nas seguintes proposições:

1.<sup>a</sup> Representando por 100 o equivalente do oxygeno, o equivalente d'outro corpo simples é a quantidade ponderavel d'este corpo que substitue 100 d'oxygeno nas combinações.

2.<sup>a</sup> O equivalente d'um corpo simples determina-se facilmente quando este corpo se combina com o oxygeno n'uma só proporção; basta fazer a analyse d'este composto, e determinar por uma proporção a quantidade d'aquelle corpo que se combina com 100 d'oxygeno.

3.<sup>a</sup> Quando o corpo, cujo equivalente pretendemos determinar, se combina com o oxygeno em duas ou mais proporções, deduz-se geralmente o equivalente d'aquelle corpo do primeiro grão de sua combinação com o oxygeno.

4.<sup>a</sup> Como o equivalente d'um corpo simples póde ser substituido n'um composto por dous ou mais equiva-

lentes d'outro corpo simples, e nem sempre o primeiro gráo d'oxydação d'um corpo resulta da combinação d'um equivalente d'este com outro d'oxygeno; é mistér, antes de fazer a analyse do composto, começar por determinar a sua fórmula, e guiar-nos n'esta determinação pela lei do isomorphismo, e pela analogia que existe entre os corpos simplicés, que mutuamente se substituem nas combinações.

5.<sup>a</sup> Para determinar o equivalente d'um corpo simples, não é absolutamente necessario recorrer á analyse d'algum dos seus compostos com o oxygeno; obtem-se o mesmo resultado, analysando qualquer composto que elle fórme com outro corpo simples, uma vez que o equivalente d'este seja conhecido, assim como a fórmula do composto. Assim, tanto importa determinar o equivalente d'um metal pela quantidade d'este metal, que se combina com 100 d'oxygeno, para formar o protoxydo; como pela quantidade do mesmo metal, que se combina com 200 d' enxofre, para formar o proto-sulphureto.

6.<sup>a</sup> Qualquer que seja o methodo, que se empregue na determinação do equivalente d'um corpo simples, é necessario verificá-lo, examinando, se elle satisfaz ou não a todas as combinações e a todas as analogias.

7.<sup>a</sup> Os equivalentes dos corpos compostos são representados pela somma dos equivalentes dos corpos elementares, que entram na sua composição. Assim o acido sulphurico, sendo composto d'uma proporção d' enxofre e tres d'oxygeno, tem por equivalente 500, que é igual a 200, equivalente do enxofre, mais 300, tres equivalentes d'oxygeno. Do mesmo modo 480 de potassio e 100 d'oxygeno dão 590, que é o numero proporcional da potassa ou protoxydo de potassio.

---

## 21.ª LIÇÃO.

**THEORIA ATOMICA. — A EXISTENCIA DOS ATOMOS FOI ADMITTIDA PELOS PHILOSOPHOS MAIS ANTIGOS. — IDEIAS DE LEUCIPPO, DEMOCRITO E EPICURO. — SYSTEMA DE DALTON ABRACADO E DESENVOLVIDO POR BERZELIO. — EXPLICACÃO DA LEI DAS PROPORÇÕES MULTIPLAS E DA LEI DOS EQUIVALENTES POR ESTE SYSTEMA. — PÊSOS ATOMICOS. NEM SEMPRE CORRESPONDEM AOS EQUIVALENTES. — DIFFERENTES METHODOS DE DETERMINAR O PÊSO ATOMICO DOS CORPOS.**

**A** constituição molecular dos corpos tem sido objecto de muitos systemas importantes, entre os quaes occupa o primeiro logar o systema atomico, de que hoje nos occuparemos.

A philosophia grega, monumento sublime da sabedoria antiga, foi uma verdadeira philosophia natural. Com Leucippo e Democrito apparece pela primeira vez a ideia dos atomos: toda a materia é formada de atomos; a figura e a extensão são os seus attributos essenciaes. Leucippo parece até ter presentido o isomerismo, descoberto pelos Chimicos modernos; porque admittia já que os mesmos elementos podiam produzir corpos differentes, variando a ordem e a disposição dos seus atomos; e para melhor fazer comprehender o seu pensamento, comparava os elementos a letras, que pela sua differente posição e

arranjo podem exprimir cousas muito differentes. Epicuro ajuntava aos atomos de Leucippo e de Democrito um novo attributo, o da gravidade. Estas ideias, ainda que simples e ao mesmo tempo sublimes, careciam de fundamento, e não passavam ainda de supposições meramente gratuitas.

Com Dalton muda a face da sciencia: a lei das proporções multiplas e a dos equivalentes prestam á existencia dos atomos um gráo de probabilidade até então desconhecido. Tendo observado uma coincidencia notavel nas proporções dos elementos contidos em alguns compostos chimicos, Dalton foi levado a crer que uma tal coincidencia não era parcial, nem accidental, mas que podia fazer parte d'um systema geral, comprehendendo qualquer combinação chimica. Depois de haver examinado e comparado um grande numero de compostos, publicou em 1807 a sua obra intitulada — Novo systema de Philosophia Chimica —, no qual estabeleceu que todos os resultados observados por Wenzel, por Riechter e por elle mesmo podiam ser ligados por um principio geral e simples; que para os explicar perfeitamente, bastava admitir que a materia é formada de particulas infinitamente pequenas e insecaveis, a que os antigos Philosophos gregos deram o nome de atomos. E com effeito, quando se tracta d'explicar os phenomenos das proporções chimicas, a ideia que se nos offerece como mais verosimil e mais confórme á experiencia é que os corpos são compostos de particulas indivisiveis; que as combinações resultam da união d'estas particulas, e que esta união se opéra de maneira, que uma particula d'um elemento se une com 1, 2, 3 ou mais particulas d'um outro elemento.

A primeira ideia d'este systema, chamado systema atomico ou corpuscular, foi apresentado por Higinis em um ensaio comparativo da theoria do phlogistico e da theoria anti-phlogistica, publicado no anno de 1789. Dalton

adoptou esta mesma ideia , tendo principalmente em vista demonstrar que as proporções chímicas têm a sua origem nos átomos ; por quanto , admittindo átomos de diversa natureza , e concedendo a cada um d'elles um peso particular segundo sua natureza , era possível , ajuntando-os uns com os outros em numero determinado , achar as proporções dos elementos em todos os compostos chímicos. Segundo Dalton , os corpos são formados de átomos , e um átomo d'um elemento póde unir-se com um, dous , tres ou quatro átomos d'um outro elemento , mas nunca com fracções de átomos. Da mesma sorte, um átomo d'um corpo composto póde combinar-se com 1, 2, 3 ou mais átomos d'outro corpo composto. Suppõe que os átomos elementares se unem de preferencia um a um. Todas as vezes que se não conhece mais do que uma combinação de dous corpos , considera-a composta de um átomo de cada um ; quando ha muitas , suppõe a primeira composta de  $A+B$  , a segunda de  $A+2B$  , a terceira de  $A+3B$  , e assim por diante. Este systema foi abraçado por Berzelio , e desenvolvido em todas as suas partes e consequencias no seu Ensaio sobre a theoria das proporções chímicas. Segundo Berzelio , a combinação dos átomos consiste na sua justa-posição ; dous ou mais átomos elementares reunidos entre si constituem um átomo composto da primeira ordem ; dous ou mais átomos da primeira ordem constituem um átomo composto da segunda ordem , e assim por diante : por ex. , o acido sulphurico , a potassa , a alumina , e a agua são corpos formados de átomos compostos da primeira ordem ; o sulphato de potassa e o sulphato d'alumina contêm átomos da segunda ordem , o alumen sêcco , que é um composto d'estes dous saes , offerece um exemplo de átomos da terceira ordem , e o alumen crystallizado póde considerar-se como um exemplo de átomos da quarta ordem. Não sabemos ainda , qual é o maximo numero das ordens, por-

que a affinidade entre os atomos compostos diminue á medida que augmenta o numero dos atomos elementares que entram na sua composiçãõ. Os exemplos de atomos compostos da quarta ordem sãõ já muito raros nas combinações, que podemos obter nos nossos laboratorios. Esta affinidade manifesta-se particularmente nas combinações que se operaram, em quanto o globo passava lenta e tranquillamente ao estado solido.

O simples facto porém, quando elle fosse demonstrado, de que os corpos sãõ compostos de atomos indivisiveis, e de que é entre estes que se operam as combinações, nãõ basta para explicar os phenomenos das proporções chemicas. É necessaria a existencia de certas leis, que regulem as combinações dos atomos; porque d'outra sorte, se um numero indeterminado de atomos de um elemento podesse combinar-se com um numero qualquer de atomos d'um outro elemento, haveria um numero infinito de combinações. As leis, que Berzelio estabelece relativamente ás combinações dos atomos elementares sãõ: 1.º que um atomo d'um elemento se combina com 1, 2, 3 ou mais atomos d'um outro elemento, por ex., protoxydo de manganez, bioxydo de manganez, acido mangânico: 2.º que dous atomos d'um elemento se unem com 3, 5 ou 7 atomos d'um outro elemento, como se vê nos acidos chloroso, chlorico, e hyper-chlorico.

As combinações dos atomos da 1.ª ordem seguem as mesmas leis que as dos atomos elementares, com certas restricções porém, que obstem a que elles se combinem em um tãõ grande numero de proporções. Estas restricções dependem de que nos atomos compostos da 1.ª ordem, que se unem entre si, ha geralmente um elemento commum; e de que as proporções, em que estes atomos se combinam, sãõ sempre determinadas por este elemento commum, que é quasi sempre o electro-negativo: é o que tem logar na combinaçãõ d'um acido oxygenado

com um oxydo, na combinação do acido sulphydrico com um sulphureto, etc. Em todas estas combinações o numero de atomos do elemento electro-negativo de um dos compostos é multiplo por um numero inteiro do numero de atomos do mesmo elemento no outro. Assim, nos exemplos citados, o oxygeno do acido é multiplo por um numero inteiro do oxygeno do oxydo, e o enxofre do acido sulphydrico multiplo do enxofre no sulphureto.

Na combinação dos atomos de segunda ordem estabelece Berzelio as duas leis seguintes: 1.<sup>a</sup> na combinação de dous atomos compostos de segunda ordem, em que o corpo electro-negativo é commum, como na combinação de dous saes do mesmo acido e de bases diferentes, o numero de atomos d'oxygeno n'uma das bases é multiplo por 1,  $1\frac{1}{2}$ , 3, 4, etc. do numero de atomos do mesmo principio na outra, e por conseguinte o acido em um dos saes é tambem multiplo por um numero inteiro do acido no outro sal: 2.<sup>a</sup> nas combinações dos atomos compostos de segunda ordem, em que o corpo electro-positivo é commum, como na combinação de dous saes da mesma base e d'acidos diferentes, o numero de atomos d'oxygeno n'uma das bases é multiplo por um numero inteiro do numero de atomos do mesmo principio na outra base; donde se segue que a somma dos atomos do elemento electro-negativo da base e do acido em um dos saes é multiplo por um numero inteiro da somma dos atomos do mesmo elemento no outro sal. Os exemplos d'este genero de combinação são muito raros. Berzelio cita sómente a datholite, que é um boro-silicato de cal<sup>n</sup> natural, o carbonato de cobre azul, a magnesia alba ou carbonato de magnesia artificial, o carbonato de zinco artificial e o topazio, que é um fluo-silicato d'alumina.

A theoria, que acabamos d'expôr, explica perfeitamente tanto a lei das proporções fixas e multiplas, como a lei dos equivalentes. E com effeito, se um atomo d'um

corpo é susceptível de se unir com 1, 2, 3 ou mais átomos d'um outro corpo, é facil de ver que estes corpos devem combinar-se em proporções taes, que se tomarmos por constante a quantidade de um, as quantidades do outro nos differentes compostos estarão entre si como 1, 2, 3 etc.; de maneira que os differentes compostos poderão ser representados por  $A+B$ ,  $A+2B$ ,  $A+3B$ , etc. Se dous átomos de A são susceptíveis de se unir com tres de B, obter-se-ha tambem o composto  $A+1\frac{1}{2}B$  ou  $2A+3B$ , fórmula, que representa a composição dos sesqui-oxydos, sesqui-sulphuretos, sesqui-chloruretos, etc. Resulta d'aqui que um corpo deve combinar-se com outro em proporções taes, que se tomarmos por constante a quantidade de um, a quantidade do outro nos differentes compostos será multipla por um numero inteiro da menor quantidade d'este mesmo corpo no primeiro composto, considerando  $1\frac{1}{2}$  como um numero inteiro; e tal é a lei das proporções multiplas.

A lei dos equivalentes é tambem uma consequencia necessaria dos principios da theoria atomica; porque se os differentes corpos A, B, C, D, E, etc. podem combinar-se entre si na relação de um átomo de um com um átomo do outro, forçosamente ha de acontecer que as quantidades ponderaveis de differentes corpos, que se combinam com uma dada quantidade d'um certo corpo, hão de tambem combinar-se com uma mesma quantidade d'outro corpo qualquer. Sendo assim, é evidente que os pêsos dos átomos dos differentes corpos estarão entre si como as quantidades ponderaveis, a que damos o nome d'equivalentes.

Era por tanto muito conveniente determinar o pêsos relativo dos átomos dos differentes corpos, tomando o pêsos atomico d'um d'elles por termo de comparação. Os Inglezes tomaram o pêsos atomico do hydrogeno por unidade e termo de comparação; na Suecia, na Allemanha

e na França adoptou-se de preferencia o oxygeno, por existir na maior parte dos compostos, e representou-se o seu pêsso atomico por 100. D'esta arte, os pêsos relativos dos atomos dos differentes corpos vem a confundir-se completamente com os equivalentes chimicos.

Ha porém alguns casos, em que assim não acontece; é o que tem lugar, todas as vezes que por considerações particulares se pôde suppor que o equivalente representa um multiplo ou sub-multiplo do pêsso do atomo. A agua, por ex, sendo composta d'um equivalente d'hydrogeno e outro d'oxygeno, tem por fórmula chimica HO, em quanto que a sua fórmula atomica é H<sup>2</sup>O; porque, tendo-se supposto que todos os gazes simples debaixo da mesma pressão e á mesma temperatura contem o mesmo numero de atomos em volumes iguaes, e sendo a agua formada de dous volumes de hydrogeno e um d'oxygeno, é forçoso que o atomo integrante da agua seja formado de dous atomos d'hydrogeno e um d'oxygeno. Admittida esta hypothese, é claro que o pêsso do atomo do hydrogeno deve ser ametade do equivalente d'este corpo.

O conhecimento da fórmula atomica d'um composto reduz-se em geral a saber, qual é o numero de atomos de cada um dos elementos, que entra na composição do seu atomo integrante. Obtido este conhecimento, facil é depois determinar por uma simples proporção o pêsso atomico dos corpos elementares, tomando por termo de comparação o pêsso do atomo do oxygeno, que, como já vimos, é representado por 100. Tudo se reduz, portanto, a determinar o numero relativo dos atomos elementares que compõem o atomo integrante, e quatro são os meios que para este fim se costumam empregar. Consiste o primeiro em determinar pela analyse do composto a relação entre as quantidades ponderaveis dos seus elementos; o segundo é fundado na relação dos volumes d'estes no estado gazoso; o terceiro na relação entre o pêsso do

atomo e a capacidade calorifica do corpo; e o quarto no isomorphismo. Examinemos cada um d'estes methodos.

1.º Methodo. — Dalton e Berzelio suppõem que todos os corpos têm tendencia a combinar-se na relação de um atomo de um com um atomo do outro. Quando dous corpos não formam mais do que um composto, suppõem-no formado d'um atomo de cada um; se ha differentes compostos, e estes são representados por  $A+B$ ,  $A+2B$ ,  $A+3B$ , etc., suppõem o primeiro formado de um atomo de A e outro de B, o segundo de um atomo de A e dous de B, o terceiro de um atomo de A e tres de B, etc. Admittida esta hypothese, nada mais facil do que estabelecer a fórmula atomica de cada um d'estes compostos, e determinar o pêsso relativo do atomo d'um dos seus elementos, quando o do outro seja conhecido. Se suppozermos, por ex., que o atomo integrante do composto  $A+O$  é formado de um atomo de A e outro de O, é claro que entre os pêsos d'estes atomos deve haver a mesma relação que entre as quantidades ponderaveis de A e de O de que elle se compõe. Se soubermos pois pela analyse, que este composto é formado de 4 partes de A e 5 de O, o pêsso do atomo de A estará para o pêsso do atomo de O como 4:5; e se O fôr o oxygeno, cujo pêsso atomico é representado por 100, para termos o pêsso atomico de A em relação ao do oxygeno, não temos mais do que fazer a seguinte proporção —  $5:4 :: 100:x$  —; donde se deduz  $x = \frac{4 \cdot 100}{5} = 80$ . Se admittirmos que o composto  $A+O$  é formado d'um atomo de A e dous de O, o pêsso do atomo de A estará para o do atomo de O como a quantidade de A para ametade da quantidade de O; teremos por tanto  $x:100 :: 4:\frac{5}{2} :: 8:5$ , e por conseguinte  $x = \frac{8 \cdot 100}{5} = 160$ . Em geral, conhecida a fórmula atomica do composto  $A+O$ , é sempre facil determinar o pêsso atomico de A, em relação ao de O. O pêsso do atomo integrante do composto será evidentemente a somma dos pêsos dos

os pêsos relativos de cada um dos elementos do mesmo composto

átomos elementares que o compõem; será por tanto na primeira hypothese que figuramos,  $100 + 80 = 180$ , e na segunda  $200 + 160 = 360$ . É d'esta maneira que se tem determinado o pêsso atomico da maior parte dos metaes, considerando o protoxydo formado de um atomo de metal e outro d'oxygeno, e vê-se que n'este caso os pêsso atomicos devem corresponder exactamente aos equivalentes.

N'este methodo serve muitas vezes d'auxilio a lei de Berzelio sobre a composição dos saes e a transformação dos corpos uns nos outros por substituição. Se soubermos por ex., que na combinação do acido sulphurico com uma base o acido contém tres vezes mais oxygeno, do que a base, e admittirmos que esta é formada d'um atomo do metal e outro d'oxygeno, é claro que o acido deve conter tres átomos d'oxygeno para um d'enzofre. Quando dous ou mais compostos podem transformar-se uns nos outros por substituição, é de crer que elles sejam representados por fórmulas atomicas do mesmo typo, e se houvermos estabelecido a fórmula atomica de um dos compostos, conhecida será tambem a do outro; é de suppor por ex., que o enxofre substitua o oxygeno atomo a atomo, na transformação d'um oxydo metallico em sulphureto pelo acido sulphydrico; os dous compostos devem por tanto, ser representados por fórmulas atomicas semelhantes, quer dizer, que, se o oxydo for formado de um atomo do metal e outro d'oxygeno, o sulphureto correspondente será tambem composto de um atomo do metal e outro d'enzofre; se o oxydo for formado de um atomo do metal e dous d'oxygeno, o sulphureto produzido será tambem formado de um atomo do metal e dous d'enzofre, e assim por diante.

2.º Methodo. — O segundo methodo é fundado sobre a lei de Gay-Lussac, o qual descobrio que, assim como os elementos se combinam em proporções fixas e multiplas relativamente ao seu pêsso, do mesmo modo se

combinam também relativamente ao seu volume, quando existem no estado gazoso; de sorte que um volume d'um elemento se combina com um, dous, tres ou quatro volumes iguaes d'um outro elemento no estado de gaz. Inferio-se d'aqui que a relação entre os volumes exprime também a relação entre o numero de atomos de cada um dos elementos que entram em combinação, de maneira que se um volume de um se combina com um volume do outro, a combinação resulta da união de um atomo de um com um atomo do outro; se um volume de um se combina com dous volumes do outro, a combinação resulta d'um atomo do primeiro com dous do segundo, e assim por diante.

Para que isto assim seja, é evidentemente necessario que todos os gazes, tomados debaixo da mesma pressão e á mesma temperatura, contenham um igual numero de atomos debaixo do mesmo volume. É de feito o que se admittiu, e invocava-se em apoio d'esta hypothese a igualdade de contracção e dilatação que todos os gazes experimentam sob a influencia das mesmas forças. As experiencias dos Physicos mostram, na verdade, que todos os gazes, qualquer que seja a sua natureza, sendo submettidos a uma mesma pressão, experimentam a mesma variação no seu volume; que todos elles se condensam, e se dilatam igualmente, quando a pressão augmenta ou diminue, e que os espaços que elles occupam, estão na razão inversa das pressões que elles supportam; em summa, que as leis de Mariotte se applicam indistinctamente a todos os gazes conhecidos, e em todas as circumstancias. É também demonstrado pelas experiencias de Dalton que, dada a mesma pressão, todos os gazes se dilatam, e se contrahem igualmente por uma mesma variação de temperatura; que 100 volumes d'um gaz qualquer, tomados a zero, produzem sempre 137,5 volumes a 100° cent., e que o coefficiente da dilatação, que vem a ser 0,00375

do seu volume primitivo a zero por cada grão de temperatura, é constante na extensão de  $400^{\circ}$ . Esta circumstancia da igualdade de dilatação e condensação, que experimentam todos os gazes sob a influencia de mudanças iguaes de pressão e de temperatura, fez pensar que as moleculas de todos os gazes são collocadas a distancias iguaes, e por conseguinte que todos elles contem o mesmo numero de moleculas debaixo d'um igual volume, dada a mesma pressão e a mesma temperatura. Se considerarmos porém que n'um mesmo gaz se pôde augmentar ou diminuir o seu volume á vontade, o que altera a distancia das suas moleculas, sem que as leis de Mariotte e de Dalton deixem de lhes ser rigorosamente applicaveis, o argumento precedente perde toda a sua força. A uma consequencia opposta parece antes conduzir-nos a consideração de não ser a mesma a capacidade calorifica nos diferentes gazes. A isto devemos accrescentar que muitos phenomenos physicos fazem crer que as differenças que se notam no pêsso especifico dos diferentes corpos, provem não tanto do differente pêsso das suas moleculas, como da maior ou menor distancia, a que ellas se acham. Se um corpo diminue de pêsso especifico á medida que elle se dilata por elevação de temperatura, e esta diminuição provém do afastamento das suas moleculas, não ha razão para que esta mesma circumstancia não influa sobre a differença do pêsso especifico nos differentes corpos. Demais, se todos os gazes contêm o mesmo numero de atomos em volume igual, como é que um volume de chloro e outro d'hydrogeno, produzem dous volumes d'acido chlorhydrico? um volume d'azoto e outro d'oxygeno dous volumes de bioxydo d'azoto? Se o chloro e o hydrogeno contêm o mesmo numero de atomos debaixo do mesmo volume, a combinação d'estes gazes deverá forçosamente resultar da união de um atomo de chloro com outro d'hydrogeno, e então o numero de atomos com-

postos

postos deverá também ser igual ao numero de atomos de cada um dos seus elementos; devêra por tanto resultar um volume d'acido chlorhydrico, e não dous, como mostra a experiencia. D'este facto e d'outros semelhantes deveria immediatamente concluir-se a falsidade do principio que estabelece um igual numero de atomos em todos os gazes debaixo do mesmo volume, e a consequencia deveria applicar-se tanto aos gazes compostos, como aos simples; não só, porque nada ha, que nos assegure que estes sejam realmente simples, mas também, porque a constituição dos gazes é a mesma em todos elles, quer sejam simples ou compostos. Era por tanto de presumir que o principio estabelecido fosse considerado como falso em toda a sua extensão; mas tanto pôde, ainda nos melhores espiritos, um preconceito e uma ideia systematica, que não foi esta a conclusão que tiraram os Chimicos. Rejeitando o principio em relação aos gazes compostos, continuaram a admittil-o em relação aos gazes simples. Estes, diziam elles, são comparaveis entre si, mas não o são com os gazes compostos; os primeiros são os unicos que contêm um numero igual de atomos debaixo do mesmo volume.

Se admittirmos este principio, é evidente que os pêsos especificos ou as densidades dos differentes gazes simples devem estar entre si na mesma razão que os pêsos dos seus atomos. Para determinar pois o pêso atomico d'um gaz simples, do hydrogeno por exemplo, bastará comparar a sua densidade com a do oxygeno, e fazer a proporção seguinte: a densidade do oxygeno, para a do hydrogeno, como 100, pêso atomico do oxygeno, para o quarto termo, que dará o pêso atomico do hydrogeno.

Assim determinados, os pêsos atomicos do hydrogeno, do azoto, do chloro, e mesmo os do bromo e do iodo satisfazem não só á regra, donde elles derivam, mas

tambem a todas as conveniencias da Chimica. Mas o contrario se observa, quando se applica o mesmo methodo a outros corpos. Dumás foi o primeiro que se lembrou de determinar o pêsso especifico dos vapores por um methodo particular, que posto seja pouco exacto, tem comtudo a vantagem de se poder applicar a corpos que sómente entram em ebullição a 300° ou 400°. Consiste este methodo em introduzir em um balão de vidro, cujo colo é estirado em tubo capillar, uma porção do corpo superior á que seria necessaria para encher de vapor a capacidade do balão. Aquece-se este em banho d'azeite, d'acido sulphurico ou d'um metal muito fusivel; o corpo volatiliza-se, e o seu vapor expelle o ar do balão. Quando todo o corpo se tem reduzido a vapor, e o excesso d'este tem sahido do balão, fecha-se ao maçarico a extremidade do tubo capillar. A temperatura do banho indica a do vapor no momento, em que se fecha o balão. Conhece-se o volume d'este e o seu pêsso, tanto vasio como cheio d'ar; por conseguinte, para se conhecer o pêsso especifico do vapor, basta pesar novamente o balão, e reduzir o volume do vapor ao que elle seria á temperatura zero por meio do coefficente da dilatação dos gazes permanentes. Foi d'esta maneira que Dumás determinou o pêsso especifico do vapor do iodo, do bromo, do enxofre, do phosphoro e do mercurio. Os pêsos atomicos do iodo e do bromo, deduzidos de sua densidade no estado de vapor, coincidem exactamente com os seus pêsos atomicos obtidos por outros meios; mas não acontece assim a respeito do enxofre, do phosphoro e do mercurio. A densidade do vapor do enxofre dá a este corpo um pêsso atomico triplo do que se deduz directamente de suas combinações e analogias; a densidade do vapor do phosphoro dá um pêsso atomico duplo, e a do mercurio um pêsso atomico duas vezes menor do que o que se obtem pelo calculo fundado em outros meios.

Estes factos, não deixando dúvida alguma sobre a inexactidão da regra applicada aos vapores, foi forçoso restringil-a aos quatro gases permanentes, oxygeno, hydrogeno, azoto e chloro. É comtudo facil de vêr, pelo que havemos dito, que entre os pêsos especificos dos fluidos elasticos ha relações multiplas ou sub-multiplas das que existem entre os pêsos dos atomos, entre os quaes se effectuam as combinações. Esta lei pôde ser formulada mais simplesmente da maneira seguinte: *ha uma relação simples entre os numeros d'atomos que os diferentes gases contém debaixo do mesmo volume.*

Se resumirmos agora o que sabemos sobre a constituição dos gases e suas propriedades chimicas, veremos que todos os nossos conhecimentos a este respeito podem reduzir-se ás seguintes proposições. Todos os gases são igualmente compressiveis e dilataveis, todos elles se combinam em relações simples em volume: no acto da combinação ou não ha condensação, ou se a ha, o volume do composto tem uma relação simples para a somma dos volumes dos componentés: o numero de atomos que um gaz contém debaixo d'um dado volume, está n'uma relação simples com um numero de atomos que um outro gaz contém debaixo do mesmo volume.

## 22.ª LIÇÃO,

**METHODOS DE DETERMINAR O PÊSO ATOMICO DOS CORPOS, FUNDADOS NA LEI DE DULONG E PETIT, E NO ISOMORPHISMO. — CONCLUSÃO. — REFLEXÕES SOBRE A THEORIA ATOMICA. — A LEI DAS PROPORÇÕES MULTIPLAS NÃO TEM O CARACTER DE GENERALIDADE QUE LHE ASSIGNA A THEORIA. — PODERÁ APPLICAR-SE AOS COMPOSTOS ORGANICOS? — SERÁ DIFFERENTE O MODO DE COMBINAÇÃO DOS ELEMENTOS NA MATERIA ORGANICA E INORGANICA? — THEORIAS DE RASPAIL E DE DUMAS. — SYSTEMA DE PERSOZ.**

O terceiro methodo, empregado na determinação do pêso atomico dos differentes corpos, é fundado sobre uma lei que se pôde applicar a todos os corpos simples, qualquer que seja o seu estado. Esta lei, descoberta por Dulong e Petit, consiste em que um atomo de cada corpo simples exige a mesma quantidade de calor para subir d'um gráo de temperatura, ou, o que vem a ser o mesmo, que a capacidade calorifica dos atomos elementares é a mesma em todos elles.

Sabemos pela Physica que os differentes corpos, tomados debaixo do mesmo pêso, exigem quantidades de calorico differentes para subirem d'um mesmo numero de grãos de temperatura. Mostra porém a experiencia que, se em vez de compararmos os corpos simples debaixo do mesmo pêso, tomarmos pêsos proporcionaes aos seus pêsos atomicos, por ex. 200 partes d' enxofre e 339 de

ferro, a mesma quantidade de calor produz n'estes corpos a mesma elevação de temperatura. Ora, como dado o mesmo pêsso, o n.º de átomos que um corpo contém, é reciprocamente proporcional ao pêsso de cada um d'elles, é claro que, se tomarmos pêsos de differentes corpos proporcioneaes ao seus pêsos átomicos, estes corpos conterão o mesmo numero de átomos; e se estes corpos exigirem a mesma quantidade de calor para soffrerem a mesma variação de temperatura, segue-se que a capacidade calorifica, é a mesma em cada um dos átomos dos corpos simplicies. Para tornarmos isto mais claro, representemos por P o pêsso d'um dos corpos, por p o pêsso do seu átomo, e por n o numero de átomos que elle contém, e sejam P', p', n' as quantidades correspondentes no outro corpo. Como o pêsso d'um corpo deve ser igual ao pêsso do seu átomo multiplicado pelo numero de átomos que elle contém, teremos  $P = pn$ ,  $P' = p'n'$ . Mas pela hypothese  $P:P' :: p:p'$ ; logo  $pn:p'n' :: p:p'$ , ou  $\frac{pn}{p'n'} = \frac{p}{p'}$ , e  $\frac{n}{n'} = 1$ , ou  $n = n'$ . Ora a experiencia mostra que neste caso os dous corpos exigem a mesma quantidade de calor para subirem d'um mesmo numero de grãos de temperatura, logo as suas capacidades calorificas devem ser proporcioneaes aos numeros de átomos que elles contêm debaixo do mesmo pêsso, e por consequente inversamente proporcioneaes aos seus pêsos átomicos; porque neste caso temos  $P = P'$ , ou  $pn = p'n'$ , e por consequente  $p:p' :: n':n$ ; mas  $C:C' :: n:n'$ , designando por C e C' as capacidades calorificas, logo  $C:C' :: p':p$ , e  $C \times p = C' \times p'$ . Se multiplicarmos pois as capacidades calorificas dos differentes corpos simplicies pelos seus pêsos átomicos respectivos, obteremos um numero constante, e é com effeito o que a experiencia mostra.

O conhecimento d'esta lei não se podia obter, se não fossem já conhecidos os pêsos átomicos d'outros cor-

pos, deduzidos por outros meios. Mas, admittindo a realidade d'esta lei, podemos servir-nos d'ella para determinar o pêsso atomico d'outros corpos, ou verificar o que se obtem por outras considerações; porque, se a capacidade calorifica dos differentes corpos simplics multiplicada pelo seu pêsso atomico respectivo dá um numero constante, uma vez conhecido este numero, bastará dividil-o pela capacidade calorifica d'um corpo, para obtermos o pêsso do seu atomo. Infelizmente esta lei apresenta tambem algumas excepções, ou antes os pêssos atomicos obtidos por este meio não coincidem sempre com os que se obtem por outros meios. Comparado com o ferro, nickel, zinco, etc. o cobalto é um dos corpos, cujo atomo chimico é bem fixado por suas analogias; é necessario que os compostos do cobalto sejam representados por fórmulas semelhantes ás dos compostos correspondentes do ferro, do nickel e do zinco, e para que assim seja, é indispensavel que o atomo do cobalto pêsse 369, em quanto que o calorico especifico do cobalto dá 246 ou  $\frac{2}{3}$  do numero precedente. O tellurio offerece uma anomalia semelhante: o pêsso do seu atomo, deduzido da sua capacidade calorifica, é ametade do que se deduz dos seus compostos comparados com os do enxofre, com o qual tem grande analogia. Emfim, para satisfazer á lei das capacidades calorificas, é necessario dar á prata um pêsso atomico, que é ametade d'aquelle que os Chimicos têm geralmente adoptado. Em presença d'estes factos é forçoso concluir que, se as densidades dos corpos simples no estado de gaz não podem fornecer-nos dados positivos sobre o seu pêsso atomico, as capacidades calorificas tambem o não indicam d'uma maneira absoluta. Póde-se dizer que as mais das vezes os atomos dos corpos simplics têm a mesma capacidade calorifica; mas no estado actual dos nossos conhecimentos não podemos estabelecer esta regra como geral, porque casos ha, em que os resultados que ella nos fornece, não

estão d'acordo com os que se obtêm por outras regras que parecem mais geraes.

Para completarmos o que temos a dizer ácerca dos differentes principios, de que os Chimicos se tem servido, para determinar o pêsso atomico dos corpos, resta-nos fallar do methodo fundado sobre o isomorphismo.

Depois que Gay-Lussac descobrio que o alumen de base de potassa e o alumen de base d'ammoniaco podiam crystallisar conjunctamente, e misturar-se em todas as proporções, sem que o crystal fosse modificado na sua fórma, Mitscherlick, tendo observado um grande numero de corpos dotados d'esta propriedade, reconheceu que ella dependia d'uma lei geral, e vem a ser, que os corpos que têm a mesma fórmula atomica, têm tambem a mesma fórma cristallina, e não differem n'esta fórma senão pelo valor dos seus angulos que não é exactamente o mesmo. Admittida esta lei, que é attestada por um sem numero de factos, facilmente se pôde determinar o pêsso atomico de muitos corpos, cujo calorico especifico não se conhece ainda, nem tão pouco a sua densidade no estado de vapor. Supponhamos que temos dous compostos AB e CD, e que sabemos que estes compostos são isomorphos; se conhecermos a fórmula atomica do composto AB, conhecida será tambem a fórmula atomica do composto CD; se o primeiro for formado de um atomo de A e outro de B, o segundo será tambem formado de um atomo de C e outro de D; se o primeiro tiver por fórmula atomica  $AB^2$ , a fórmula do segundo será  $CD^2$ , e assim por diante. Conhecida a fórmula atomica do composto CD, para conhecermos o pêsso atomico d'um dos elementos que entram na sua composição, basta que o pêsso atomico do outro seja conhecido, e que saibamos pela analyse, qual é a proporção em que estes elementos entram na composição do composto CD. Sabemos, por ex., que o protoxydo de ferro é isomorpha com o pro-

toxydo de calcio, de magnesio, de manganez, com o bioxydo de cobre, etc.; porque póde ser substituido por estes oxydos no carbonato e sulphato de ferro, sem alteração na fôrma crystallina d'estes saes; devem por tanto estes oxydos ter a mesma fórmula atomica. Se conhecermos pois a composição d'estes oxydos, facil será conhecer o pêsso atomico dos metaes que entram na sua composição. Sabemos, por exemplo, que a cal é composta de 71,91 partes de calcio e 28,09 partes d'oxygeno: ora, como a cal deve ser composta, da mesma sorte que o protoxydo de ferro, d'um atomo de metal e outro d'oxygeno, segue-se que entre as quantidades ponderaveis d'estes corpos deve haver a mesma relação que entre os pêsos dos seus atomos; teremos logo.....  
 $28,09:71,91 :: 100:x = 256$ , que será o pêsso do atomo do calcio.

Do mesmo modo se póde achar o pêsso atomico dos metaes, que formam oxydos isomorphos com o sesquioxydo de ferro, se conhecermos, como de feito conhecemos, a fórmula atomica d'este. Se soubermos, por ex., que o sesquioxydo de ferro, o sesquioxydo de manganez e a alumina podem substituir-se mutuamente no alumen, sem que a fôrma crystallina d'este sal soffra alteração, concluiremos que estes oxydos conteem, assim como o sesquioxydo de ferro, dous atomos do metal e tres d'oxygeno. Para acharmos pois o pêsso do atomo d'aluminio, discorreremos da maneira seguinte. A alumina compõe-se de 46,71 d'oxygeno e 53,29 d'aluminio; logo  $46,71:53,29 :: 3 \times 100:2x$ ; d'onde se tira  $x = 171,16$ .

Um ultimo exemplo acabará de mostrar á evidencia quanto são numerosas e sempre fieis as indicações do isomorphismo.

O protoxydo de manganez, sendo isomorfo com o protoxydo de ferro, deve conter como este um atomo de metal e um d'oxygeno; o que segundo a composição do

protoxydo de manganez dá para pêsô atomico d'este metal 345,8.

O sesquioxido de manganez é isomorfo com o sesquioxido de ferro; deve por tanto ser composto, do mesmo modo que este, de dous atomos do metal e tres d'oxygeno; o que dá para pêsô atomico do manganez 345,8.

O acido manganico é isomorfo com o acido sulphurico: ora este é composto d'um atomo d'enzofre e tres d'oxygeno, logo o acido manganico deve ser composto d'um atomo do metal e tres d'oxygeno; o que dá para pêsô atomico do manganez 345,8.

O acido hyper-manganico é isomorfo com o acido hyper-chlorico; mas este é composto de dous atomos de chloro e sete d'oxygeno, logo o acido hyper-manganico deve ser composto de dous atomos de manganez e sete d'oxygeno; o que dá ainda para pêsô atomico do manganez 345,8. Donde se vê, que quatro compostos muito distinctos conduzem ao mesmo resultado.

Este methodo é por ventura o unico que pôde guiar-nos com alguma segurança na determinação do pêsô atomico dos corpos. A lei em que se elle funda, tem a vantagem de satisfazer a todas as conveniencias da Chimica, e dar a razão das relações de semelhança e analogia que se observam entre certos compostos. Quanto aos outros methodos fundados sobre a capacidade calorifica dos corpos simples, e sua densidade no estado de gaz, devemos apenas consideral-os como auxiliares, e como caracteres que, se são communs a certos corpos simples, não o são pelo menos a todos elles.

A theoria atomica, que acabamos d'expôr, é uma das theorias que maior influencia tem tido nas sciencias physicas: as suas numerosas applicações á Chimica, as muitas descobertas, a que deu lugar, e a simplicidade admiravel, com que explica os factos, a collocam á frente

de todas as theorias especulativas. Não obstante porém um tão feliz successo, e em consequencia d'elle, o enthusiasmo com que foi geralmente recebida, esta theoria tem perdido muito do seu prestigio n'estes ultimos tempos.

Para uns, a theoria atomica não é senão a theoria dos volumes, existindo os corpos no estado de fluido elastico; para outros o atomo representa a quantidade ponderavel d'um corpo determinada pelas combinações, que elle póde formar com a quantidade d'um outro corpo, tomada por termo de comparação; para outros enfim, ha ao mesmo tempo uma theoria dos volumes, em que os corpos são representados no estado gazoso, estando os pêsos atomicos na razão de suas densidades; e uma theoria chamada corpuscular, em que os atomos representam as quantidades ponderaveis, a que demos o nome de equivalentes. Não nos pronunciamos sobre estes pontos controversos; limitar-nos-hemos a fazer algumas considerações sobre os principios fundamentaes da theoria.

Primeiramente a lei das proporções multiplas, fundamento principal da theoria atomica, parece não ter o caracter de generalidade que lhe assigna a theoria; porque, em quanto vemos um grande numero de elementos concorrerem para a formação dos compostos inorganicos, só achamos por principios constituintes dos innumeraveis productos do reino organico tres ou quatro elementos que reunidos em differentes proporções, ou nas mesmas proporções, mas grupados differentemente, constituem todos os compostos d'este reino. E será possivel fazer entrar todos estes compostos na lei das proporções multiplas? Parece-nos que não. Logo, ou a lei é falsa, ou se é verdadeira para os compostos inorganicos, segue-se que os productos d'origem organica estão sujeitos a leis differentes das que regem as combinações inorganicas. E será de feito differente o modo de combinação dos elementos na

natureza organica? Permitta-se-nos que nos demoremos um pouco sobre este assumpto.

No reino mineral as combinações são binarias, e conservam ainda este caracter, quando ha tres ou quatro elementos no composto. No reino organico predominam mais as combinações ternarias, e quaternarias: o oxygeno, o hydrogeno, o carbono e o azoto, segundo as proporções e o modo porque se reúnem, podem formar ou um mineral, o carbonato d'ammoniac, ou uma materia organica. Alguns Chimicos modernos têm proposto theorias engenhosas, nas quaes se assemelham os compostos organicos aos inorganicos relativamente ao modo de combinação dos seus elementos. A opinião geralmente seguida antes dos progressos da Chimica organica era que os corpos simplices se combinam debaixo da fórma ternaria ou quaternaria, para produzirem os compostos organicos, sendo estas combinações presididas por um *quid* especial, e por leis particulares e proprias da natureza viva. Esta supposição tinha por fundamento a dificuldade ou antes a impossibilidade, que ha, d'imitar pela arte a maior parte dos productos organicos.

Raspail começou a dar os primeiros golpes n'esta barreira, que separa a Chimica organica da inorganica. Segundo este Author, o oxygeno e o hydrogeno não entram na composição da molecula organica unidos directamente com o carbono e formando um composto ternario, mas sim combinados entre si, formando a agua, a qual se acha unida com o carbono. Nas substancias azotadas o azoto tambem não existe combinado directamente com os outros elementos, mas na fórma d'um sal ammoniacal, sendo a união d'este sal com a agua e o carbono, que constitue a materia organica azotada.

As theorias modernas de Dumás ajuda mais assemelham as combinações organicas ás inorganicas. Segundo este Chimico e os da nova escola, ha na Chimica orga-

nica radicaes, da mesma sorte que na Chimica mineral. N' esta os radicaes são corpos simplicies, o hydrogeno, o carbonó, o azoto, o ferro, etc.; n' aquella os radicaes são compostos, mas combinam-se entre si e com os corpos simplicies do mesmo modo que os radicaes da Chimica mineral. Assim, o cyanogeno, o amido, os radicaes do ammouiacó e do alcohol funcionam, como se fossem elementos; uns representam o papel de metaes, outros d'hydrogeno, de chloro, d'enxofre, etc., e produzem pelas mesmas leis simplicies da Chimica mineral todos os compostos organicos. Vê-se pois que, ainda que se admitta differença nas forças que presidem á formação dos compostos organicos, podemos comtudo suppôl-os sujeitos ás mesmas leis que regem os compostos inorganicos.

Que as forças não são as mesmas que as que determinam as combinações inorganicas, é para nós ponto fóra de duvida, apezar das pretensões exaggeradas d'alguns Chemicos allemães. Tem havido muitas esperanças de se descobrir o poder magico da Chimica organica, e chegou-se a crer que se podia imitar pela arte muitos dos productos da vida. Mas, além de que essas poucas conquistas não se alcançaram sómente com substancias do reino mineral, não se obteve ainda directamente fibrina, nem albumina, nem gelatina, e muito menos ainda um humor ou um tecido. Dutrochet annunciou que se podia obter fibra muscular, empregando uma emulsão d'ovo, e fazendo-a communicar com os dous fios d'uma pilha; mas este facto não foi confirmado, e ainda que o fosse, nada mais provaria do que a transformação d'uma substancia organica em tecido organizado. Em quanto pois não virmos realisados os desejos de Rousseau, expressos com tanta simplicidade e elegancia na seguinte phrase — *Je voudrais voir les Chimistes faire de la farine* — devemos confessar que os seres vivos elaboram a materia que os compõe por processos desconhecidos, que não está nas mãos

do homem imitar. A formação de productos tão variados com só tres ou quatro elementos, sómente se póde explicar pelas circumstancias especiaes, que presidiram á formação d'estes compostos, e por forças particulares postas em acção no acto da combinação.

Considerando porém os compostos d'origem organica subtrahidos á acção do organismo, não devemos vêr nelles senão materia aggregada pelas mesmas forças que actuam sobre todos os corpos. Não são os acidos organicos susceptiveis de se combinar com as bases? Não têm elles como os inorganicos uma capacidade de saturação bem estabelecida? Não formam saes bem definitos e sujeitos ás mesmas leis que têm logar nos saes inorganicos? Não se observa o mesmo nas bases salificaveis? Por todos estes factos parece-nos impossivel desconhecer a analogia que existe entre os compostos organicos e os inorganicos, embora tenham os primeiros uma composição mais complicada. Se pois a lei das proporções multiplas é geral, não ha razão para que ella se não verifique tambem nos compostos organicos.

Mas, ainda suppondo que a lei sómente tem logar nos compostos inorganicos, não nos parece que ella seja sufficiente para explicar algumas das propriedades physicas e chimicas mais essenciaes dos corpos. Em quanto a lei se limita a dizer que os quatro oxacidos do enxofre mais conhecidos, a saber, os acidos hypo-sulphuroso, sulphuroso, hypo-sulphurico e sulphurico, resultam da combinação de 100 grammas d'enxofre com 50, 100, 125 e 150 grammas d'oxygeno, nenhuma dúvida temos em a admittir; fazer-lhe objecções, fóra contestar os trabalhos analyticos dos Chemicos que mais têm contribuido para os progressos da sciencia. O que pômos em dúvida é que a lei represente tambem a disposição que tomam os atomos elementares nos diferentes compostos. Se todos os oxacidos do enxofre resultam da união directa do en-

xofre com o oxygeno, como explicar as diferentes alterações que elles experimentam em certas circumstancias? D'onde vem a differença que se observa na capacidade de saturação do acido hypo-sulphurico, o qual, por uma mesma quantidade d' enxofre, satura menos d' ametade da base que os outros oxacidos do enxofre?

Demais, se a analogia de propriedades chemicas nos auctoriza a reunir e a considerar como analogos em suas combinações os corpos em que se ella dá, porque razão não se obtem sempre a mesma serie de compostos com corpos analogos? Por que razão não se obteve ainda o chlorido arsenico correspondente ao chlorido phosphorico, tendo o arsenico tanta analogia com o phosphoro? Por que razão, combinando o chloro com o enxofre, não se obtem senão o chlorido sulphuroso, e não o composto correspondente ao acido sulphurico? Estas considerações fazem vêr que a doutrina das proporções chemicas não tem o cunho d' exactidão e verdade, que lhe suppõem a maior parte dos Chemicos. Persoz substituiu esta lei por um novo e engenhoso systema, de que devemos fazer aqui menção. A sua doutrina reduz-se ao seguinte. — Dous corpos simples não podem combinar-se em mais do que uma proporção, e é este composto o que se fórma de preferencia: entram neste numero a agua, o bi-oxydo d' azoto, o acido sulphuroso, o bi-oxydo de manganez, o acido arsenioso, etc. Todos os outros compostos dos mesmos principios resultam da combinação d' um atomo d' este composto fundamental, que representa então de corpo simples, com um ou mais atomos do elemento electro-positivo ou electro-negativo. A agua oxygenada ou bi-oxydo d' hydrogeno é, por tanto, composta d' um atomo d' agua e outro d' oxygeno; o acido sulphurico d' um atomo d' acido sulphuroso e outro d' oxygeno; o acido hypo-sulphuroso d' um atomo d' acido sulphuroso e outro d' enxofre, etc. Este modo de combinação está, com effeito, em harmo-

nia com os resultados da analyse e da synthese. O acido azotico fórma-se sempre pela união de quatro volumes de bioxydo d'azoto e um d'oxygeno; submettido á acção do calor, decompõe-se tambem em bioxydo d'azoto e oxygeno. Da união de dous volumes d'acido sulphuroso e um d'oxygeno resulta o acido sulphurico, que a acção do calor transforma tambem em acido sulphuroso e oxygeno. Emfim, se o acido arsenico sómente se fórma, quando o oxygeno n'um estado particular está em presença do acido arsenioso, a decomposição d'aquelle acido pelo calor é ainda uma prova da sua constituição molecular, porque os productos d'esta decomposição são sempre acido arsenioso e oxygeno. Se quizermos pois respeitar os resultados da experiencia, não devemos considerar os acidos azotico, sulphurico e arsenico como provenientes da união directa do oxygeno com o azoto, enxofre e arsenico, mas sim com o bioxydo d'azoto, acido sulphuroso e arsenioso. Esta theoria nada tem d'arbitraria; basêa-se directamente sobre a experiencia, e posto que não tenha sido ainda adoptada pelos Chimicos, é comtudo de crer que o porvir da sciencia lhe fará mais justiça.

As reflexões, que temos feito sobre a lei das proporções multiplas, não combatem de frente a theoria atomica; porque, ainda que a lei não seja geral, verifica-se pelo menos na maior parte dos compostos inorganicos, e tanto basta para lhe prestar grande apoio. Objecções mais graves nos fornecem o isomorphismo, as substituições e os radicaes compostos.

Segundo os principios da theoria, os corpos isomorphos devem ser representados por fórmulas atomicas do mesmo typo; porque, dependendo a fórma crystallina da fórma da molecula integraate, e a fórma desta, do numero e disposição dos atomos elementares que a compõem, para que dous corpos tenham a mesma fórma crystallina, é necessario que sejam compostos do mesmo numero d'e-

lementos, unidos nas mesmas proporções, e grupados do mesmo modo. Assim, os ácidos phosphorico e arsenico, cujas fórmulas atómicas são  $\text{Ph}^2\text{O}^3$ ,  $\text{As}^2\text{O}^3$ , são isomorphos. Da mesma sorte o ácido chromico, cuja fórmula atómica é  $\text{CrO}^3$ , é isomorfo com o ácido sulphurico, que tem por fórmula atómica  $\text{SO}^3$ , etc. Mas, sendo isto assim, como explicar a razão porque certos corpos, em que não ha analogia de composição, crystallisam comtudo do mesmo modo, e outros que têm uma composição analogá, apresentam fórmulas crystallinas differentes? Analogia de composição não a ha por certo entre a arragonite e o sulphato de baryta, porque a fórmula do ácido carbonico é  $\text{C}^2\text{O}^3$  e a do ácido sulphurico  $\text{SO}^3$ , e todavia os dous saes têm a mesma forma crystallina. O borax e o carbonato de soda estão no mesmo caso. O ammoniaco dá origem a compostos perfeitamente isomorphos com os que contêm a potassa, que não tem uma composição analogá do ammoniaco, etc. Sabemos tambem, que certos corpos reconhecidamente compostos, se unem chimicamente, como se fossem simplicies; o que mostra que muitos átomos se comportam exactamente como nos casos, em que se admite um só. O cyanogeno, por ex., representa em todas as suas combinações o mesmo papel que os chloroides que se consideram como simplicies. No mesmo caso estão os radicaes compostos, que representam tambem em todas as combinações o papel d'elementos chimicos: taes são o ammoniaco que substitue os metaes e o mesmo hydrogenio, o azotido, que faz as vezes d'oxygenio, o benzoilo e o cinnamylo, que se comportam sempre como elementos chimicos.

Alguns Auctores acham tambem uma grave objecção contra a theoria atómica na diversidade de resultados, que algumas vezes se obtem, quando s'empregam differentes methodos na determinação do pêsso relativo dos átomos. Esta objecção parece-nos pouco valiosa, porque

U theoria poderia ser verdadeira, e com tudo serem falsos, ou pelo menos não serem geraes os principios, em que se funda a determinação dos pêsos atomicos. Por outra parte, a experiencia mostra que, quando os pêsos atomicos, obtidos por differentes methods, são discordantes, ha entre elles uma relação tão simples, que os numeros, que os representam, são sempre multiplos uns dos outros. E d'onde vem esta simplicidade de relação, se os principios são absolutamente falsos? O que podemos dizer é que a theoria atomica, tal qual foi estabelecida pelos seus Auctores, não é verdadeira em toda a sua extensão, e que se houve um tempo, em que ella contribuiu para os progressos da sciencia, actualmente não tem outra vantagem mais do que dar-nos uma explicação satisfactoria das leis das combinações. No estado actual da sciencia as fórmulas atomicas ou são desnecessarias, quando correspondem ás fórmulas chemicas, ou são inuteis, quando ha discordancia entre umas e outras. Quando fosse rigorosamente demonstrado, que o não é, que a fórmula atomica da agua é  $H^2O$ , para pouco nos serviria este conhecimento, em quanto que a fórmula chimica  $HO$  tem a vantagem de nos indicar immediatamente a composição da agua, ou a relação entre as quantidades ponderaveis dos principios componentes.

### 23.<sup>a</sup> LIÇÃO.

**DISCUSSÃO DO PRINCÍPIO FUNDAMENTAL DA THEORIA ATOMICA, A EXISTENCIA DOS ATOMOS. — PHILOSOPHIA GREGA. — IDEIAS DE ZENÃO, DEMOCRITO E LEIBNITZ. — A MATERIA SERÁ DIVISIVEL AO INFINITO? — DIFICULDADE DE RESOLVER A QUESTÃO TANTO PELO RACIOCINIO, COMO PELA EXPERIENCIA. — A THEORIA ATOMICA É INDEPENDENTE D'ESTA QUESTÃO. — DISTINÇÃO ENTRE ATOMOS PHYSICOS E CHIMICOS, ESTABELECIDADA POR DUMAS E OUTROS CHIMICOS. — SEUS FUNDAMENTOS. — VERDADEIRA SIGNIFICAÇÃO DA PALAVRA ATOMO.**

**P**ara completarmos o que temos a dizer sobre a theoria atomica, resta-nos discutir o principio fundamental d'esta theoria, qual é a existencia dos atomos; ideia, a que os Chimicos foram conduzidos pelo estudo das leis das proporções chemicas e dos equivalentes.

A ideia dos atomos data de tempos muito remotos. Zenão, celebre fundador da seita stoica, foi um dos primeiros Philosophos, que negaram a divisibilidade da materia ao infinito. Era d'opinião, que a divisibilidade da materia termina, em se chegando pela divisão a certas partes inextensas e indivisiveis. A estes elementos inextensos, principios primitivos de todos os corpos, deram os sectarios de Zenão o nome de pontos physicos ou ze-

monicos. Este systema era absurdo, por fazer depender a extensão de pontos, que careciam absolutamente d'esta propriedade; porque o que não é extenso, ainda que tomado uma infinidade de vezes, não pôde produzir uma extensão: admittir o contrario, seria contestar o principio axiomatico — de nada nada se faz —.

Democrito, como já dissemos n'uma das lições antecedentes, declarou-se tambem contra a divisibilidade infinita da materia. «Se a materia, dizia elle, fosse divisivel ao infinito, chegar-se-hia a particulas sem extensão; ora, particulas sem extensão não podem produzir corpos dotados d'extensão, logo a materia deve dividir-se em partes limitadas que tenham extensão.» A estas particulas deu Democrito o nome de atomos, palavra derivada de duas gregas, que significam cousa inscavel. O raciocinio, com que Democrito pretendia demonstrar a indivisibilidade da materia ao infinito, é um verdadeiro circulo logico; porque se a materia é divisivel ao infinito, a divisão não tem limites, e por conseguinte não se pôde dizer, que se ha de chegar pela divisão a particulas sem extensão, o que suppõe que a divisão teve um limite.

Leibnitz em um d'aquelles sonhos philosophicos, que tão frequentes são nos homens de genio, creou o seu systema das monadas; systema, que foi depois reproduzido e sustentado por Wolf, e geralmente adoptado pelos philosophos allemães. Arrastado por este bello principio, que nada se faz, e nada se deve afirmar sem razão sufficiente, Leibnitz concebeu toda a Natureza formada d'uma infinidade de monadas, que elle chamava substancias simples, inextensas, dessemelhantes, activas e representativas. Para Leibnitz tudo era monada: Deus era uma monada eterna e increada, á qual todas as outras deviam a sua existencia: a alma humana era uma monada espiritual, mais perfeita, e mais representativa e intelligente

que todas as monadas materiaes: a alma dos brutos era uma monada immaterial, capaz de sentimento e d'alguns conhecimentos: cada elemento da materia era uma monada, que differia em genero e intensidade de perfeição de qualquer outra; sendo que não havia duas monadas espirituaes ou materiaes de igual perfeição. Por meio d'estes seres incomprehensíveis pertendia Leibnitz explicar todos os phenomenos da Natureza: ás monadas immateriaes attribuia todos os phenomenos vitaes e intellectuaes: pelas monadas materiaes, que outra cousa não eram que atomos, mas atomos dotados de propriedades inconcebíveis, explicava a constituição dos corpos e todos os phenomenos physicos.

Este systema é tão inadmissivel, como o dos pontos physicos de Zenão; porque ambos elles fazem nascer a extensão d'uma reunião de principios que carecem absolutamente d'esta propriedade. « Dizer que um corpo é extenso, porque é composto de pontos ou atomos extensos, não é explicar a extensão, dizia Leibnitz; porque resta ainda saber a razão, porque estes mesmos pontos ou atomos são extensos. » Se perguntássemos porém a Leibnitz, porque razão as suas monadas são simples e inextensas, ver-se-hia obrigado a recorrer á mesma razão, e dir-nos-hia que é de sua natureza o serem simples e inextensas.

A ideia dos atomos, tendo renascido na época, em que Dalton a applicou á explicação das leis das proporções chemicas, despertou novamente sérias discussões sobre a divisibilidade da materia ao infinito. Como prova da existencia dos atomos têm alguns auctores apresentado as leis das combinações chemicas; mas para o caso em questão este argumento tem pouca força, porque é demonstrar idem per idem. Por um outro principio, incirramente independente da Chimica, pertendeu Wollaston demonstrar a constituição atomica dos corpos. « Se a

materia do ar, dizia elle, é formada de atomos, a atmosphera não póde extender-se indefinidamente no espaço: as camadas atmosphericas, diminuindo progressivamente de densidade á medida que ellas se afastam da superficie da terra, extender-se-hão sómente até certo ponto, o qual será marcado por um equilibrio entre a força de gravidade das suas particulas e a tendencia das mesmas a afastar-se umas das outras, já em virtude da força expansiva propria dos fluidos gazosos, já por effeito da força centrifuga, devida ao movimento de rotação da terra. Se pelo contrario a materia do ar é divisivel ao infinito, a atmosphera deve derramar-se no espaço, e ir condensar-se em roda dos outros planetas, assim como o é em roda da terra. Ora, se os outros planetas possuem tambem uma atmosphera, a existencia d'esta deve ser attestada pela refração dos raios da luz, que passarem atravez d'ella; mas as observações astronomicas não a mostram, logo a atmosphera é circumscripta ao globo terrestre, e por consequencia o ar composto de particulas indivisiveis ou atomos.» Não nos cançaremos em desenvolver este argumento em todas as suas partes, porque o raciocinio, em que se elle funda, é evidentemente falso. Para que o argumento tivesse força, seria mistér que se demonstrasse que a rarefacção que experimentam as camadas atmosphericas, á medida que ellas se afastam da superficie da terra, é devida á divisão das suas moleculas, e não ao afastamento d'estas. É este porém um principio inteiramente opposto ás ideias geralmente admittidas sobre a constituição physica dos corpos; pois suppõe-se que, quando um corpo se dilata pela acção do calor, as suas moleculas são simplesmente afastadas umas das outras, sem soffrerem divisão alguma; e que o mesmo tem logar, quando um gaz se dilata por diminuição da pressão, a que elle se acha submettido; e sendo isto assim, é evidente que as moleculas do ar podem ser divisiveis ao infinito, e

contudo a atmospherá ser limitada. Não nos parece também que Baudrimont fosse muito feliz no raciocínio que faz, para demonstrar a existencia dos átomos. «Da extensão dos corpos nas suas tres dimensões, e de sua divisibilidade, diz elle, póde concluir-se a existencia dos átomos. Com effeito, se suppozermos um corpo qualquer extenso e limitado, como o são todos, é claro que, para ser dividido em uma infinidade de camadas, é necessario que estas não tenham espessura; porque, se lhe concedermos alguma, por menor que seja, bastará ajuntal-a a si mesma um certo numero de vezes, para reproduzir a dimensão do corpo: ora, como o infinito não póde ser representado por um numero, e os corpos são necessariamente extensos segundo as tres dimensões, segue-se que não são divisiveis ao infinito, e que a existencia dos átomos é real.» Este raciocínio não differe essencialmente d'aquelle, com que Democrito pretendia demonstrar que a divisão da materia tem um limite: ha n'um e n'outro um principio absurdo, e vem a ser, o suppor que um corpo póde ser dividido em uma infinidade de partes. Se o infinito não póde ser representado por um numero, como é que um corpo póde ser dividido em um numero infinito de partes? Se o infinito, de que aqui se falla, é o infinito relativo, o argumento nada prova, se é o infinito absoluto, o principio é absurdo.

Em nosso entender, esta questão tem dado muito que fazer, por se não ter feito distincção entre divisibilidade, considerada como propriedade, e divisão real e effectiva, considerada como um facto positivo. Tem-se confundido em uma só duas questões essencialmente distinctas: a primeira é, se a materia é ou não divisivel ao infinito: a segunda, se no caso de ella o ser, é ou não possivel que uma porção de materia seja dividida ao infinito. A primeira questão é perfeitamente ociosa, e inteiramente inutil para a sciencia. Pouco nos importa que

a materia seja ou não divisivel ao infinito; o que precisamos saber é, se ha na Natureza forças ou agentes capazes de operar uma divisão infinita.

Feita esta distincção, considerações muito simples resolvem a questão. E com effeito, ainda que admittamos que a materia é divisivel ao infinito, isto é, que ella tem a propriedade de se deixar dividir e subdividir em partes cada vez menores, sem nunca se chegar a um termo, em que a divisão deixe de ser possivel nas partes ultimamente obtidas, é claro que uma divisão real e effectiva ao infinito é um impossivel absoluto, e um absurdo tão manifesto, como o *simul esse et non esse*; porque toda a divisão effectuada, por isso mesmo que ella se effectuou, teve um limite, e se teve um limite, não é infinita. A ideia d'uma divisibilidade ao infinito, comprehendendo a d'um tempo infinito, exclue por isso mesmo a possibilidade d'uma divisão infinita. A primeira, absolutamente fallando, é possivel, porque envolve simplesmente a ideia d'uma divisão successiva e sem limites, o que não repugna: a segunda é impossivel e absurda, porque não se póde effectuar, o que exige para se effectuar um tempo infinito.

Isto posto, é evidente que por maior que seja a divisão que experimentem os dous corpos A e B no acto de se combinarem, esta divisão terá necessariamente um limite, e cada um dos corpos será reduzido a um certo numero de particulas que se unem entre si. Ora, como o composto se apresenta homogeneo em todas as suas partes, é forçoso admittir que em qualquer parcella ha sempre a mesma proporção de particulas de cada um dos seus componentes; quer dizer, que, se uma dada parcella do composto contiver 100 particulas de A e 200 de B, ametade d'esta parcella conterà 50 particulas de A e 100 de B; a decima parte d'esta parcella 5 de A

e 10 de B, e assim por diante. Podemos, por tanto, suppôr que a molecula integrante do composto é formada pela união d'uma particula de A com duas de B. N'outros casos o composto poderá resultar da união d'uma particula de A com 3, 4, 5 ou maior numero de particulas de B, ou da união d'uma particula d'este com 1, 2, 3, 4, etc. particulas do primeiro, segundo o numero de particulas, em que se dividir cada um dos corpos que entram em combinação. Pergunta-se agora, se estas particulas, em que os corpos se dividem no acto de se combinarem, têm uma grandeza constante e invariavel em todos os casos de combinação, ou o que vem a ser o mesmo, se um dado corpo experimenta sempre o mesmo gráo de divisão em todas as suas combinações. É o que parece evidente, pelo menos no maior numero de casos; porque, se assim não fosse, os corpos seriam susceptiveis d'uma infinidade de transformações.

Vê-se pois que, para explicar os phenomenos das proporções chemicas, e em geral as leis da Chimica quantitativa, nenhuma necessidade ha de admittir a indivisibilidade absoluta das particulas materiaes, entre as quaes se exercem as acções chemicas; basta suppôr que estas acções têm logar entre particulas d'uma certa ordem, embora divisiveis por forças d'outra natureza. Se estas particulas são ou não divisiveis ao infinito, não o podemos nós saber, e pouco importa para a explicação dos factos; basta que ellas sejam indivisiveis sob a acção das forças chemicas, ou, por outras expressões, que cada corpo se divida sempre em particulas da mesma grandeza, todas as vezes que elle entrar em combinação com outro. A estas particulas deu Berzelio o nome de atomos chemicos, que não devem confundir-se com atomos reaes ou atomos physicos, ultimo termo da divisão possivel na hypothese de que a materia não é divisivel ao infinito.

Tomando a palavra atomo n'este sentido, que segundo nos parece é exactamente o mesmo, em que a empregou Berzelio, isto é, significando particulas, não absolutamente indivisiveis, mas sómente taes debaixo da acção das forças chemicas, todos os phenomenos se explicam do mesmo modo, e com a mesma facilidade. Devemos porém advertir que, não obstante suppormos que os atomos chemicos não são absolutamente indivisiveis, nem por isso admittimos com Dumás e outros Chemicos, que elles possam soffrer em certos casos uma divisão real e effectiva. Esta ideia, sobre ser contradictoria com a significação da palavra, é subversiva de todos os principios da theoria. Ou o atomo é o ultimo termo da divisão que o corpo póde experimentar pela acção chimica, ou a palavra atomo é uma palavra erma d'ideia e de sentido, e como tal deve ser banida da sciencia. Dumás foi arrastado a esta ideia da divisão dos atomos pela differença entre os pêsos atomicos do enxofre, phosphoro e mercurio, dedusidos da densidade d'estes corpos no estado de vapor, e os que se obtêm por outros methodos; mas, em nosso entender, a consequencia que elle dedusio d'este facto, não se contém nos principios, e está até em manifesta opposição com uma outra que elle deduz do mesmo facto. Depois de ter demonstrado que a densidade do vapor do enxofre dá a este corpo um pêso atomico triplo d'aquelle que se deduz directamente de suas combinações e de suas analogias; e que a densidade do vapor do phosphoro dá um pêso atomico duplo, e a do mercurio um pêso atomico duas vezes menor do que o que se obtem por outros principios, acrescenta Dumas: « Não resta, por tanto, a menor dúvida a este respeito: a consequencia, que se poderia tirar dos quatro corpos simplicies naturalmente gazosos, e das densidades do iodo e do bromo no estado de vapor, é plenamente desmentida pelos resultados obtidos com o enxofre, phosphoro e mercurio. O

principio — que os gases simples contêm o mesmo numero de atomos debaixo d'um dado volume á mesma temperatura e debaixo da mesma pressão — póde, quando muito, haver-se por verdadeiro nos quatro gases permanentes, oxygeno, hydrogeno, azoto e chloro.» Depois d'esta consequencia, tão claramente enunciada nas expressões que acabamos de referir, Dumas apresenta logo em seguida uma outra, não menos claramente estabelecida nas seguintes palavras: «Notai, senhores, que nos tres exemplos, que apresentámos para provar que os corpos simples gazosos não contêm um igual numero de atomos debaixo do mesmo volume, os atomos chimicos parece gruparem-se n'um caso, e dividirem-se n'outro, para constituirem os atomos physicos. As particulas gazosas do phosphoro contêm duas vezes tantos atomos chimicos, como as do azoto; e as particulas gazosas do enxofre contêm tres vezes tantos atomos chimicos, como as do oxygeno. Vós direis, por tanto, a respeito d'estes corpos, que a acção chimica produz uma divisão maior que a acção do calor. O contrario tem logar no mercurio; neste caso o calor divide as particulas do corpo mais do que a acção chimica, pois que os atomos chimicos do mercurio se dividem em dous, para constituirem as particulas do mercurio gazoso.» Assim, segundo Dumas, se o pêsso atomico do enxofre, deduzido da densidade d'este corpo no estado de vapor, é triplo do que se deduz directamente de suas combinações e de suas analogias, é porque um volume de vapor d'enxofre contêm tres vezes mais atomos do que um igual volume d'oxygeno; e por outra parte, se a densidade do vapor do enxofre dá a este corpo um pêsso atomico triplo do que se obtem por outros methodos, é porque tres atomos chimicos do enxofre se grupam em um só, para formarem o atomo do enxofre no estado de vapor. Estas consequencias são tão oppostas uma á outra, que não ha meio de as poder con-

ciliar. A primeira exclue necessariamente a segunda, porque esta envolve tacitamente um principio, que é precisamente o inverso da primeira consequencia: é o que se torna mais claro, dando ao segundo argumento a forma seguinte: — Todos os gazes devem conter o mesmo numero de atomos debaixo de um igual volume, sendo submittidos á mesma pressão e á mesma temperatura: ora, o pêsso atomico do enxofre, deduzido da densidade d'este corpo no estado de vapor, é triplo do que se deduz directamente de suas combinações; é forçoso, portanto, que tres atomos chimicos se tenham grupado em um só, para formarem um atomo do mesmo corpo no estado de vapor. — Eis ahi, segundo nos parece, todo o fundamento da distincção, estabelecida por Dumas, entre atomos phisicos e chimicos; distincção, não só infundada, senão tambem inutil e inconveniente; inutil, porque não ha facto algum, cuja explicação exija uma semelhante distincção; inconveniente, porque, admittida ella, a palavra atomo fica sem significação precisa, e toda a theoria atomica um jogo de palavras sem sentido.

Para não repetirmos agora o que já dissemos na 3.<sup>a</sup> lição, tractando da significação das palavras atomo e molecula, limitar-nos-hemos a dizer que, segundo Berzelio, e segundo Baudrimont, o unico por ventura que soube interpretar o pensamento do sabio Chimico sueco, a molecula tem uma grandeza constante e invariavel em cada corpo, e não póde ser alterada, sem alteração na natureza do corpo; atomo chimico e molecula são expressões equivalentes. Esclareçamos estes principios. Os phenomenos phisicos demonstram á evidencia que a materia, que constitue os corpos, não é continua, mas sim interrompida por certos intervallos: de modo que todos os corpos se podem considerar como formados de particulas tenuissimas, collocadas a certa distancia umas das outras, e susceptiveis de se afastar ou aproximar, segundo a tem-

peratura se eleva ou abaixa. A estas particulas, sobre as quaes se exerce particularmente a acção do calorico, damos o nome de moleculas. Entre estas moleculas se operam as combinações, e d'aqui lhes vem o nome de atomos chimicos. Supponhamos agora um corpo composto, o acido chlorhydrico, por ex., o qual, como sabemos, é composto de volumes iguaes de chloro e hydrogeno; se supozermos que um volume de chloro contém o mesmo numero de moleculas que um igual volume d'hydrogeno, como na combinação ha uma intima mistura dos dous corpos, e o composto se apresenta homogeneo em todas as suas partes, ainda as mais minimas, é claro, que qualquer porção d'acido chlorhydrico deve conter tantas moleculas de chloro como d'hydrogeno. Se uma porção do dito acido contiver, por ex., 100 moleculas de chloro e 100 d'hydrogeno, ametade d'esta parcella conterà 50 moleculas de chloro e outras 50 de hydrogeno; a decima parte d'esta parcella conterà 5 moleculas de chloro e outras 5 de hydrogeno, e a quinta parte desta parcella uma molecula de chloro e outra de hydrogeno. Aqui termina a divisão que se pôde operar sem alteração na natureza das partes obtidas; uma ulterior divisão daria em resultado uma particula de natureza differente da do todo. Esta ultima fracção do acido chlorhydrico, composta d'uma molecula de chloro e outra de hydrogeno, constitue a molecula ou o atomo chimico do acido chlorhydrico. Em quanto este corpo conservar a mesma natureza, a sua molecula conservará tambem a mesma grandeza; se ella se dividir pela separação das moleculas constituintes, o acido chlorhydrico resolver-se-ha em chloro e hydrogeno. Applicando aos corpos simplices as mesmas considerações, é claro que, por isso mesmo que elles são indecomponiveis, as suas moleculas devem conservar sempre a mesma grandeza; e que, se ellas se dividissem, o corpo resolver-se-hia n'outros de differente natureza. Por



24.<sup>a</sup> LIÇÃO.

**ISOMERISMO. — METAMORPHOSES DA MATERIA INORGANICA E ORGANICA. — GERAÇÕES ESPONTANEAS. — CONSEQUENCIAS, QUE D'ESTES FACTOS SE DEDUZEM, — POLYMORPHISMO, ALLOTROPIA. — EXPERIENCIAS MODERNAS SOBRE O OZONE. — PÓDE HOJE CONTESTAR-SE NO CAMPO DO RACIOCINIO E DOS FACTOS A EXISTENCIA DE CORPOS SIMPLICES? — NATUREZA PROBLEMATICA DOS METAES.**

Por muito tempo se suppoz, que a diversidade de compostos chimicos, dependia unicamente da natureza, numero, e proporção dos elementos, que entram na sua composição, mas hoje que o isomerismo é um facto confirmado por numerosas descobertas, é forçoso admittir que a disposição e arranjo particular, que tomam os elementos no acto da combinação, muito influem tambem sobre as propriedades do composto.

Dá-se o nome de corpos — isomericos — a todos aquelles que, tendo a mesma composição chimica, apresentam, todavia, propriedades physicas e chimicas differentes. O isomerismo é um phenomeno que parece ter logar não só nos corpos compostos, mas tambem nos corpos simplices.

Como poderemos nós explicar a differença de propriedades dos corpos simplices sem lhe concedermos o

isomerismo? — Porque será, por exemplo, o cobre vermelho, e o zinco branco? Porque será o ouro differente da prata? Quando reflectimos que um grande numero de corpos simples apresentam o mesmo pêsô atomico, não podemos negar-nos a admittir, que um movimento molecular differente presidiu á sua formação.

Dumás apresenta uma lista de corpos simples com pêsô atomico identico, e na qual se deparam com exemplos os mais concludentes do isomerismo d'esta classe de corpos. A platina e o irridio têm um pêsô atomico identico. O cobalto, o nickel, o molybdenio, e o tungstenio; o silicio, e o boro; o tellurio, e o enxofre offerecem as mais completas analogias. Estes factos, diz o celebre Chimico Francez, senão provam já a possibilidade de transformar os corpos simples, uns nos outros, pelo menos não nos auctorizam a que registemos esta idéa como absurda.

A estes factos porém podemos ainda ajuntar muitos outros argumentos. O mesmo corpo simples pôde apresentar propriedades inteiramente differentes, segundo as circumstancias da sua formação. A platina offerece propriedades inteiramente diversas, segundo se obtêm pela acção do alcohol sobre seus saes, ou pela calcinação d'estes compostos. O enxofre offerece caracteres tão distinctos nos seus differentes grãos de fusão, que parece constituir dous corpos inteiramente differentes. A sua côr, densidade, dureza, e ductilidade variam consideravelmente nestes dous estados, e a sua fórma crystallina tambem varia conforme é obtido pela via humida, ou pela fusão. O enxofre é citado como um bello exemplo do dimorphismo, e as propriedades inteiramente novas que o calor desenvolve no enxofre e outros corpos são effeitos do isomerismo. A graphite e o diamante não são senão carbonos, e todavia que differença não apresenta este corpo n'aquelles dous estados? Ha bem pouco tempo que Jacquelin

submetteu o diamante a uma temperatura muito elevada, entre os dous polos de uma pilha, e logrou convertel-o completamente em uma materia carbonacea, tendo exactamente o aspecto e os caracteres apparentes de cooke. Alguns corpos simples parecem antes modificações de um só elemento, do que corpos distinctos, taes são, por exemplo, o iodo, o bromo, e o chloro. Não ha entre a platina e os metaes quo a acompanham, a maior similhaça de caracteres?

Todos estes factos pois tornam evidente o isomerismo nos corpos simples, e admittido isto, somos levados a concluir que a materia é susceptivel de revestir fórmas e propriedades inteiramente novas, segundo os atomos se aggregam d'este, ou d'aquelle modo, de maneira que o cobre, nesta hypothese, não seria senão a prata debaixo de uma outra fórma, e n'um differente estado de aggregação.

É verdade, que este singular pensamento nos conduz a admittir, que todos os corpos da natureza podem provir de modificações d'um só elemento, e esta ideia levar-nos-hia outra vez ao tempo dos Alchimistas, e a adoptarmos as suas chimericas esperanças de obter ouro com substancias, que o não contêm.

É este porém o fado de todos os conhecimentos humanos; ideias que hoje se despresam como erros, amanhã se proclamam como verdades, e nestas luctas das sciencias, decorrem seculos de experiencias e de theorias. Ainda que esta supposição tenha resaibos de Alchimistica, não deve parecer extravagante, quando vemos na Chimica organica, uma tão grande variedade de productos formados, apenas de quatro, ou seis elementos. Não mostram os factos da Chimica inorganica, que apenas dous elementos são sufficientes para produzirem compostos os mais differentes? Do mesmo modo que o homem para representar os milhões de pensamentos de sua intelligencia

Intelligencia se serve de um bem pequeno numero de signaes, assim a Natureza emprega limitado numero de elementos na creação de seus numerosos seres. Não observamos nós a Natureza ser tanto mais simples quanto mais perfeitas e delicadas são as suas operações? As interessantes observações de Dulong e Petit sobre o calor especifico demonstram, que os atomos de todos os corpos simples têm exactamente a mesma capacidade para o calorico, resultado bem fecundo em consequencias philosophicas, e que não existira, nos parece, se a materia dos atomos simples não fôra uma e a mesma para todos.

Em fim, as metamorphoses sublimes da materia organica não surprehendem menos a imaginação, do que a transformação dos corpos simples uns nos outros? Um ovo, que não é outra cousa mais que um composto de tecido fibroso, oleo, e saes, submettido á incubação, no fim de alguns dias produz um ser vivo. Este ser vivo apresenta uma materia organica complicada, um systema nervoso, um tecido cellular, um aparelho vascular, um esqueleto, etc., e em todos estes productos se encontram principios, que d'antes não existiam, ou pelo menos augmenta a quantidade de uns, e diminue a d'outros. Como conceber estes phenomenos, sem admittir a transformação dos corpos simples uns nos outros? A quantidade de saes metallicos augmenta, e como comprehender este facto sem suppôr a metallisação do carbono, do azoto, do oxygeno, e do hydrogeno? Tão possivel parece a transformação d'um metalloide n'um metal, como a metamorphose da materia bruta n'um ser organizado.

Ha muito tempo é sabido, que de substaneias inorganicas parece gerarem-se seres organizados, não se percebendo germen de que possam desenvolver-se. O antigo aphorismo d'Harvey — *Omne vivum ex ovo* — vai perdendo seu prestigio em presença dos factos das gerações

espontaneas, doutrina que já reinou como um dogma na antiguidade, e que agora reverdece nas crenças de modernos Physiologistas. O que Aristoteles ensinava proclama-o hoje Burdach. O Philosopho grego, porque não descobrisse ainda os ovarios das enguias, suppunha que estes animaes se criavam do lodo das aguas; e o sabio allemão, que é, modernamente, o mais ousado campeão da heterogenia, não hesita em admittir, que peixes podem nascer na agua pela simples influencia do ar, do calor, e da luz.

Bem sabemos, que respeitaveis auctoridades seguem ainda a doutrina d'Harvey; Muller nega a geração espontanea dos infusorios, e Ehrenberg vai mais longe, e professa a mesma opinião a respeito dos entozoarios. Parece-nos porém, que no imperio dos factos, não se póde contestar que a materia seja susceptivel de se organizar, dadas certas circumstancias. Do granito, do marmore, da antracita, e do coral, em maceração na agua distillada, e em contacto com o ar atmospherico, desenvolvem-se animaes infusorios segundo as experiencias de Fray, Gruithuisen, Wigmann, etc. Burdach repetiu estas experiencias substituindo o ar por outros gazes, como o hydrogenu, e o azoto, e obteve os mesmos resultados. Na agua distillada, conservada muito tempo em vasos hermeticamente fechados, tem-se observado os mesmos phenomenos. Por consequencia, não podem subsistir os escrupulos dos que admittem a existencia de germes, diffundidos no estado de tenuissimas moleculas na atmospherica e misturados com corpos fluidos e solidos, e que não cabe no curto poder dos nossos sentidos perceber distinctamente; porque não é provavel que esses germes possam resistir ao gráo de ebullição porque a agua passou, nem que possam provir de gazes os mais improprios para a vida.

Demais, que se póde responder ao facto dos entozoarios, que vivem dentro do organismo, não só nos in-

testinos, mas no pãrenchima dos proprios orgãos, no interior do cerebro, do figado, e dos rins? Aqui não pôde valer o subterfugio, de que os gerimes foram de fóra para os animaes em que elles se desenvolvem, porque para isto se conceber, fóra mistér admittir, que elles atravessam immunes as vias digestivas, e são levados pela corrente da circulação aos tecidos mais intimos dos orgãos. Que se pôde objectar á geração espontanea de certas formações vegetaes? Plantas cryptogamicas nascem em cavidades, onde nem o ar nem a agua podem penetrar e transportar assim as sementes: tal é a vegetação gerada dentro de ovos, no interior das arvores, debaixo da epiderme das plantas, e na cavidade dos fructos. Andral e Gavarret viram desenvolver-se um vegetal microscopico em liquidos albuminosos acidulados pelo acido sulphurico, e Cagniard-Latour produziu pelo contacto da agua philtrada com o vapor d'acido acetico uma nova especie de algas. Estes phenomenos admiraveis, de certo, não nos devem maravilhar mais, do que a transformação dos corpos inorganicos uns nos outros, e tanto mais, quanto vemos o que se passa na digestão, onde uma substancia vegetal se pôde converter em substancia de musculo, ôsso, e nervo; e em que uma só substancia animal, é apta para nutrir todos os tecidos animaes.

Se reflectirmos, por tanto, sobre os progressos que a Chimica e a Physiologia todos os dias vão fazendo, mais factos encontramos da ordem dos que serviram de base ás theorias dos Alchimicos, e em presença dos quaes já nos é permittido duvidar da existencia de um tão grande numero de corpos simplices; porque para satisfazer ás necessidades da Sciencia, tanto vale admittir uma tão grande variedade de elementos differentes por sua natureza, como explicar os factos pela lei do isomerismo. Parecerá á primeira vista um paradoxo negar a theoria dos corpos simplices: mas quanto mais profundarmos a

questão mais somos auctorisados a não a considerarmos senão como uma méra hypothese.

O estado de combinação parece ser o estado natural da materia, diz Graham; a intensidade da combinação augmenta, é verdade, com a differença dos elementos, mas isto não prova que esta differença seja uma condição essencial da combinação. Um elemento qualquer, um metal, por exemplo, tem uma estructura molecular complicada, seus atomos se reúnem de modo, que parecem antes representar combinações binarias, de maneira que quando combinarmos dous elementos differentes, temos realmente de destruir uma combinação préexistente. Os effeitos do calor para vencer a cohesão dos corpos, e separar as suas moleculas não nos attestam que os atomos n'um corpo simples estão antes reunidos chimicamente por uma força de affinidade, que simplesmente juxtapostos por uma força d'aggregação? Estas reflexões e muitas outras são de alguma importancia, e talvez vão abrir uma nova era para a Chimica, e para os sabios que progredirem n'estes trabalhos; póde ser que o futuro reserve um nome tão glorioso como os de Lavoisier, Priestley, ou Cavendish.

Longe de nós pretender fazer recuar a Chimica á época dos Alchimicos, e fazer reviver as suas utopias e chimeras da pedra philosophal; mas é necessario confessar que a Alchimica despida do manto ridiculo de práticas e crenças supersticiosas, não foi uma arte tão inutil e esteril que não fizesse dar á Chimica passos gigantescos. Se as tendencias modernas da Chimica nos annunciam uma revolução scientifica que derrubará do throno — dos elementos — grande numero de corpos, para que ficar cego adorador das ideias antigas, e deixar passar em silencio uma innovação que, se, por ora, só merece as honras de um pensamento feliz, póde para o futuro converter-se n'uma verdade util? Nunca obstar ás refór-

mas das Sciencias, porque isso só indica um espirito retrogrado; apregoal-as, e popularisal-as é a missão do seculo actual; d'este tumultuar revolto de ideias e descobertas podem nascer sementes proveitosas e fertéis. Trilhar sempre o mesmo terreno já revolvido e aplanado pelos nossos Avós não é progresso, é mistér alargal-o, dar-lhe nova direcção, maiores limites para a colheita ser mais abundante, e a conquista mais nobre e gloriosa.

Ha certos principios considerados até hoje como verdades geraes e fundamentaes da sciencia, que é mistér respeitar, e um d'estes principios é, por certo, a existencia de corpos simplicés. Releve-se-nos pois o continuarmos a discutir este ponto da Philosophia Chimica.

É opinião geral, que as propriedades que caracterisam um corpo composto dependem da sua composição, e que só podem ser alteradas quando for mudada a natureza do corpo; logo todas as vezes que dous corpos tiverem a mesma composição, devem apresentar identidade de propriedades. Estarão porém os factos em harmonia com esta consequência? Não por certo. A Chimica organica offerece numerosos exemplos de corpos isomericos, isto é, corpos dando pela analyse os mesmos elementos, e nas mesmas proporções, apresentando comtudo propriedades inteiramente distinctas. A Chimica inorganica abunda em factos analogos. Uma operação bem simples pôde alterar as propriedades mais essenciaes d'um corpo, formar um corpo completamente novo sem bulir na sua composição. Queremos fallar do phenomeno conhecido pelo nome — dimorphismo —. Citemos alguns exemplos dos mais concludentes.

A propriedade que certos corpos têm de se dissolverem nos acidos é um caracter chimico importante; para roubarmos porém a certos oxidos esta propriedade basta submettel-os a uma temperatura elevada. O oxido de chromio tem uma côr verde escura, atirando para o

negro, mas se o elevarmos a uma temperatura rubra, e depois o deixarmos arrefecer, este corpo apresenta uma côr de um verde brilhante. Se depois d'esta transformação o misturarmos com um acido, este reagente não o poderia dissolver, sendo todavia um optimo dissolvente para o oxido de chromio. Vê-se pois que as propriedades physicas e chemicas foram alteradas, e por consequencia já não deve ser o mesmo corpo, com tudo nem a balança, nem a analyse mostram que o oxydo de chromio tenha perdido ou adquirido o menor atomo de materia durante a operação. Se sujeitarmos o vidro ordinario a uma fusão tranquilla e lenta, d'um corpo que fórma uma das mais preciosas conquistas da industria humana, passa a ser um mineral inutil e vulgar. Perde a sua transparencia e torna-se opaco, a sua fragilidade desaparece, e torna-se tão duro que é capaz de ferir lume em aço, e a sua fusibilidade diminue a ponto de nos podermos servir d'elle como de cadinho para fundir outro vidro da mesma composição.

Ha uma experiencia de M. Rose, que quasi nos faz crer nos milagres da Alchimica. A transformação do mercúrio em ouro não fóra talvez mais admiravel. O arsenico póde obter-se debaixo de dous estados; quasi incoloro e transparente como o vidro; ou inteiramente opaco e de côr branca; mas n'um e n'outro caso sua composição e suas propriedades chemicas são as mesmas, dissolve-se em ambos os estados no acido chlorhydrico. Colloquemos na obscuridade duas dissoluções igualmente concentradas, uma d'arsenico vitreo, outra d'arsenico opaco, e deixemol-as crystallizar. Esta não apresenta phenomeno notavel, mas n'aquella cada crystal que se fórma desenvolve como uma viva luz, e a temperatura do liquido augmenta. Terminada a crystallisação, e examinado o producto, acha-se exactamente o pêsso da materia empregada, mas o arsenico vitreo tem perdido a sua transparencia, e os

crystaes obtidos nas duas dissoluções, não apresentarão differença alguma, e o arsenico para passar a este novo estado terá desenvolvido grande quantidade de calor e luz.

Estes phenomenos do dimorphismo, de que poderamos multiplicar os exemplos, não demonstram que a materia é susceptivel de adquirir fórmas e propriedades completamente novas sem mudar de natureza? Todos estes factos não tornarão muito plausivel a hypothese de que a materia é uma e a mesma para todos os corpos?

Ainda mais: o cinabre ou o sulphureto de mercurio é um exemplo bem sensivel. Este sulphureto que é composto de um atomo de enxofre, e d'um atomo de mercurio apresenta-se no seu estado ordinario, tal como se emprega na preparação das côres, d'um vermelho brilhante, que toda a gente conhece pelo nome de vermelho, e obtem-se n'este estado de diversas maneiras, as mais das vezes por sublimação. Mas em muitos outros casos este mesmo cinabre se offerece com uma côr negra carregada, por exemplo, quando se prepara pela acção do calor sobre uma mistura de enxofre e de mercurio, ou precipitando uma dissolução mercurial pelo acido sulphydrico. A analyse não dá differença alguma entre o sulphureto negro e o sulphureto vermelho; estes corpos com aspecto tão differente tem a mesma composição, e são uma e a mesma substancia. Tanto assim é que o cinabre negro se transfôrma em cinabre vermelho por uma simples sublimação. Não mostram todos estes factos, que um corpo reveste fórmas e caracteres completamente differentes sem mudar de natureza?

Se o isomerismo dos corpos compostos nos conduz a taes consequencias, o que diremos da — allotropia —, nome dado por Berzelio ao isomerismo dos corpos simplicies? Conhecem-se hoje numerosos exemplos de modificações allotropicas. O exemplo talvez mais conhecido, é

o apresentado pelo carbono, que manifesta propriedades tão differentes, no diamante, no carvão de madeira, e no carvão animal calcinado. Como este, muitos outros corpos elementares possuem a propriedade singular de affectar de baixo da influencia de certas circumstancias um estado exterior ou fórmãs differentes, e parecendo conservar estas fórmãs em muitas combinações, e serem talvez a causa da differença de propriedades dos compostos. O silicio possui dous estados allotropicos bem distinctos, um caracterizado pela facilidade com que entra em combustão, e por sua solubilidade no acido fluorhydrico com desenvolvimento de gaz, e outro pela insolubilidade neste acido, e por ser refractario á combustão, mesmo á da chamma de oxidação do maçarico. O acido silicico offerece estados que correspondem exactamente aos do radical; parece, por tanto, verosimil que os dous estados allotropicos do silicio conservam-se sem alteração nas duas fórmãs de combinação, e lhe communicam propriedades differentes; de modo que, parece natural fazer residir a causa da existencia dos dous acidos silicicos isomericos na differença d'estado allotropico do radical. — O carbono e o phosphoro tambem se apresentavam em tres estados allotropicos differentes, e segundo as interessantes observações de Draper o chloro tambem affecta dous d'estes estados, que elle designa pelos termos de chloro activo, e chloro passivo, caracterizados pela propriedade que tem o chloro de conservar na obscuridade o poder de decompôr a agua, depois de haver sido préviamente exposto á luz solar; e de não offerecer este caracter, não tendo experimentado a influencia do sol.

Resta-nos fallar das modernas experiencias sobre o — ozone — principio descoberto por Schoebein, que elle suppoz ser o radical do azoto, e que outros reputaram principio constituinte do oxygeno. Os trabalhos de De-Larive, e Marignac vieram esclarecer muito a que-

stão. — Se fizermos passar através de um tubo uma corrente de oxygeno perfeitamente puro e sêcco, e se transmittirmos através d'este oxygeno uma serie de faiscas electricas provenientes d'uma maquina ordinaria, o oxygeno manifesta logo as propriedades do — ozone —, adquire aquelle cheiro penetrante, e nauzeabundo que o caracteriza, e produz uma bella côr azul com o iodureto de potassio. Não mostra esta experiencia que o oxygeno parece decompôr-se e dar lugar a um corpo novo — o ozone?

Poderá dizer-se que o oxygeno não se decompoz, que adquiriu só um novo estado, um novo arranjo molecular, como ha exemplo no enxofre, no carbono, no silicio; mas então será este o primeiro facto em que um gaz pela simples influencia da electricidade affecte estados — allotropicos — diferentes, isto é, que apresente propriedades physicas e chemicas em duas modificações moleculares distinctas.

Ozanu submetteu gaz hydrogenio puro, isento de azote e d'oxygeno, a uma corrente electrica. e passado algum tempo o hydrogeno apresentava um cheiro muito pronunciado do — ozone.

Berzelio e outros Chemicos suppõem que o ozone não é outra cousa mais do que o oxygeno n'um estado de modificação allotropica, diferente d'aquelle em que se apresenta o oxygeno ordinario no ar, ou se obtem pela sua preparação chimica; e este é o estado da questão, tendo em vista os mais recentes trabalhos.

Tractemos agora de avaliar a probabilidade de considerar os elementos como corpos compostos.

Davy já affirmava que se algum dia podessemos adquirir provas de que um só dos corpos, ou metalloides, ou metaes, fosse composto grandes probabilidades deviamos de ter para acreditar que os outros corpos reputados simplicies são tambem compostos, e já elle citava algu-

mas experiencias. Quando atravez do enxofre ou do phosphoro fundido se faziam passar faiscas voltaicas desenvolve-se hydrogeno. Quando uma liga de potassio e de tellurio reagê sobre o enxofre fundido, desenvolve-se immensa quantidade de hydrogeno tellurado ou sulphurado, e n'estas experiencias houve sempre o cuidado de excluir a humidade com as maiores cautelas. Ainda porém, que estas experiencias não sejam decisivas, podemos fundar-nos em considerações de outra ordem para provar a natureza composta dos corpos suppostos simples. Muitas das propriedades mais caracteristicas e notaveis dos metaes parecem antes ser uma consequencia da sua natureza composta, do que de sua natureza simples ou elemental.

A hypothese de que os metaes são compostos de hydrogeno, e d'um radical desconhecido, é a que lembrou a Davy, e que ainda hoje parece conciliar-se melhor com as propriedades d'esta classe de corpos.

É da observação do hydrureto ammoniacal de mercurio e de potassio, que primeiro se deduziu uma prova favoravel áquella hypothese. São compostos que gozam d'um grande brilho metallico e de todos os caracteres das ligas, como nós vimos quando tractamos da constituição chimica do ammoniaco. Por consequencia o azoto, o hydrogeno, e o mercurio parecem formar pela sua combinação, uma materia gosando de propriedades metallicas. O aço e o ferro fundido são compostos apresentando tambem muitos caracteres metallicos, e onde além do ferro entram tambem o carbono, o silicio, o phosphoro, manganez, e aluminio.

Estes factos pois, ainda que não próvem directamente a composição dos metaes, servem com tudo de fortes argumentos de analogia para negarmos a simplicidade d'estes corpos. As propriedades electro-positivas dos metaes, explicam-se muito bem, suppondo que o hydro-

geno entra na sua composição; porque o hydrogêno é um dos corpos mais electro-positivos que se conhecem. Outro facto muito importante é o seguinte: em geral os metaes mais leves são os que absorvem mais oxygeno para se oxydarem, e os de maior densidade absorvem menos. Esta observação deve-se a Gay-Lussac; ora se combinarmos este facto com as circumstancias de que o hydrogêno é o corpo mais leve que se conhece, parece que devemos achar nestes dados uma presumpção de valor para se admittir a composição dos metaes; porque os metaes mais leves são os que contêm mais hydrogêno; ora os metaes mais leves são os mais electro-positivos, porque se combinam com maior quantidade de oxygeno, logo o hydrogêno parece ser a causa das propriedades mais notaveis e caracteristicas dos metaes; e tanto isto parece ser verdade, que os metaes mais pesados são os menos positivos, e os menos ávidos de oxygeno e de chloro. Por este modo nas combinações dos metaes com os outros corpos é o seu hydrogêno que se combina com elles, e assim os oxydos podem considerar-se compostos d'agua e do radical metallico.

Esta ideia de considerar os metaes como corpos compostos não é nova; já Newton assim pensava. Dumás mesmo consagra algumas paginas do seu tractado de Chymica, a discutir esta opinião, e conclue que no estado actual da sciencia pôde acreditar-se, que os metaes são corpos compostos — e que é possível que elles conttenham hydrogêno.

Taes auctoridades devem ser garantia sufficiente para nos alliviar de alguma culposa responsabilidade que nos queiram imputar; parecerá ridiculo arvorar hoje, outra vez em principios philosophicos as chimeras dos Alchimicos, e o systema erroneo dos defensores do phlogistico. Mas note-se bem, que nas considerações que deixamos ditas, não temos seguido as pisadas nem d'uns,

nem d'outros. Ainda que o estado actual dos nossos conhecimentos não permitta resolver formalmente o problema da natureza chimica dos metaes, diz Berzelio, e não possamos fazer mais que conjecturas, com tudo deve attender-se que muitas considerações parecem indicar, que a ideia de um metal composto não é uma cousa absurda. O ammoniaco que é um composto d'azoto e de hydrogeno adquire as propriedades metallicas pela acção da electricidade, e é incluído na lista dos metaes pelo Chimico Sueco. O ammoniaco, como metal composto, representa em relação aos metaes simplicis, o mesmo papel que o cyanogeno, como corpo halogeno composto, a respeito do chloro, do bromo, e dos outros metalloides. O que torna tambem suspeita a simplicidade dos metaes, é que elles parecem provir, na natureza organica, de substancias nas quaes, até hoje, ainda se não descobriram vestigios alguns d'elles. Muitos Physicos, taes como Schrader, Bracnot, Greiff, lançaram sementes em pós, já de flores d'enxofre, já d'acido silicico puro, de oxydo plumbico, cinzas de chumbo, etc., corpos cuja composição nos é perfeitamente conhecida. Regaram as sementes com agua distillada, e ellas germinaram, e continuaram a vegetar. Depois de crescidas as plantas, cortavam-nas de tempos a tempos, e obtiveram uma grande quantidade que seccaram e reduziram a cinzas. Uma oitava d'estas sementes produziu bastantes plantas, para que suas cinzas chegassem a muitas oitavas. Estas cinzas continham os mesmos alkalis, terras, ou saes que se encontram na mesma planta que cresce no campo; por exemplo, acido silicico, alumina, phosphato, e carbonato de cal, carbonato de magnezia, sulphato, e carbonato de potassa, oxydo de ferro, etc. Ora como estas substancias não existiam nem no pó que servia de solo ás plantas, nem na agua empregada na irrigação, nem no ar; não ha outro modo de explicar a sua presença na planta, senão admittindo

que ellas foram produzidas no acto da vegetação, pelas materias de que a planta estava cercada, isto é, pelo ar, agua, e corpo pulvurulento.

A' vista de tudo quanto havemos discorrido não poderemos concluir — que a natureza elementar dos corpos simples, no estado actual da Chimica, longe de constituir uma verdade demonstrada, não passa d'uma méra hypothese? Os progressos da sciencia resolveram o problema.

25.<sup>a</sup> LIÇÃO.

A HYPOTHESE PURA E SIMPLES DA AFFINIDADE NÃO É SUFFICIENTE PARA EXPLICAR TODOS OS FACTOS DA CHIMICA. — DESDE O COMEÇO DO SEculo ACTUAL QUE A ELECTRICIDADE TENTA USURPAR OS FÓROS DA AFFINIDADE. — FACTOS QUE SERVIRAM DE BASE Á DOCTRINA ELECTO-CHIMICA. — THEORIA DE DAVY. — EXPLICA TODOS OS FACTOS, MAS NÃO DÁ A RAZÃO, PORQUE OS CORPOS SE CONSTITUEM EM ESTADOS ELECTRICOS OPPOSTOS NO ACTO DA COMBINAÇÃO. — THEORIA D'AMPERE. — EXPOSIÇÃO DE SEUS PRINCIPIOS FUNDAMENTAES. — AS MOLECULAS SÃO COMPARADAS A GARRAFAS DE LEYDE. — IDEIA DAS ATMOSPHERAS ELECTRICAS. — DISCUSSÃO D'ESTA THEORIA. — A HYPOTHESE DAS ATMOSPHERAS ELECTRICAS É INADMISSIVEL. — NÃO EXPLICA TODOS OS FACTOS.

*Theorias electro-chimicas.*

Já vimos n'outra lição, que a hypothese da affinidade pura e simples, era insufficiente para explicar todos os phenomenos chimicos; porque ainda suppondo que uma simples differença na grandeza e figura das moleculas possa produzir as variações tão consideraveis, que se notam nas affinidades dos diversos corpos, é certo, que

esta hypothese não póde dar a razão das sympathias que se patenteam entre certas substancias, e das antipathias entre outras, do amor celebrado por nupcias entre umas, e do odio manifestado por uma repulsa entre outras. Ainda suppondo, o que é inadmissivel, que por esta hypothese se possam explicar as leis da affinidade, e o poder magico de certos corpos, que sem nada perderem, nem ganharem, e sómente por sua presença determinam reacções chemicas, nunca se poderá admittir que ella possa satisfazer á explicação de todos os factos, nem explicar os phenomenos que acompanham as combinações, como são a producção de calor e de luz que algumas vezes tem lugar, e a desenvolução de electricidade que quasi sempre se manifesta. As nupcias, usando da linguagem figurada de Boerhaave, não se effectuam em silencio e sem apparato; ha movimento, tumulto e estrondo, ha calor e excitação no abraço conjugal, somno e repouso depois de satisfeito o appetite. Para explicar todos estes phenomenos é indispensavel admittir a existencia de uma força que se desenvolva no acto das combinações, e que desapareça depois d'ellas effectuadas, e tudo fez erer aos Chemicos que esta força era a electricidade. A decomposição de todos os corpos pela pilha, sendo um dos principios componentes arrastado para o polo positivo, e o outro para o negativo; o que mostra que os corpos possuem, ou adquirem no acto da decomposição electricidades oppostas ás dos polos, para onde são arrastados: o estado electrico opposto, em que os corpos se constituem no acto da combinação: a relação entre o gráo de affinidade dos differentes corpos, e o seu character electrico, sendo geralmente os corpos mais electro-positivos os que tem mais affinidade para os corpos mais electro-negativos: o facto de que basta constituir um corpo em certo estado electrico, para favorecer a sua combinação com outro, ou obstar inteiramente a ella: a rapidez

instantanea, com que se operam certas combinações, entre corpos que persistem inactivas, e indifferentes em presença uns dos outros, ainda que se achem em circumstancias favoraveis á sua combinação, e de repente se precipitam uns para os outros, quando se elevam a certo gráo de temperatura, ou se exalta o seu estado electrico: todos estes factos, dizemos, parecem demonstrar que a força, que determina as reacções chemicas é uma força electrica. Tal parece ser o pensamento de Thénard, quando diz:— Se considerarmos que as substancias, que têm alguma tendencia a combinar-se, tomam electricidades oppostas no momento de contacto; que ellas são attrahidas e separadas pelos polos da pilha, nas quaes se accumulam electricidades contrarias ás que ellas manifestam; que ellas se unem, produzindo electricidade, calor, e luz; que ellas se separam, absorvendo grande quantidade de electricidade; se considerarmos, além disto, que todos estes effeitos tão sensiveis em certas substancias se attenuam, e desaparecem á medida que as affinidades são satisfeitas, não podemos deixar de reconhecer que a electricidade representa um papel muito importante nos phenomenos chemicos. São todos estes factos e considerações, que tem servido de base ás theorias electro-chemicas. Desde 1802 que se começou a reconhecer grande analogia entre as forças chemicas, ordinarias, e as forças electricas, e deste facto tem deduzido os Chemicos o fundamento das suas theorias, das quaes as mais notaveis e engenhosas são as de Davy, Ampere, Berzelio, e recentemente a de Baudrimont. Entremos na exposição e analyse destas differentes doutrinas.

*Theoria,*

*Theoria electro-chimica de Davy.*

Davy, habil experimentador, Philosopho profundo, dotado d'um juizo exacto e muito rigoroso, guiado unicamente pela observação, experiencia e analogia, soube ligar os factos uns com os outros, descobrindo a relação que existia entre elles e a sua causa, e estabelecendo uma theoria verdadeiramente experimental e philosophica. O estudo dos effeitos da pilha sobre a agua foi sufficiente para lhe fazer comprehender a grandeza das forças que tinha começado a pôr em acção, e a importancia dos effeitos que ellas podiam produzir. Davy tinha notado que os corpos dotados de affinidade entre si desenvolvem electricidade, quando se põem em contacto, e que todo o effeito electrico desaparece no mesmo instante, em que a combinação se opera. Se tomarmos, por exemplo, um pedaço de cobre, e um pedaço de enxofre, e os approximarmos um do outro, elles se carregarão immediatamente de electricidade: o primeiro será electrizado negativamente, e o segundo positivamente. Se collocarmos um crystal de acido oxalico sobre a cal, haverá da mesma sorte manifestação de electricidade nestas duas substancias: o acido tomará a electricidade positiva, e a base electricidade negativa. Davy reconheceu além disto que, quando se eleva a temperatura dos dous corpos tendentes a combinar-se e postos em contacto, a carga electrica de cada um d'elles vai sempre crescendo até um maximum, que chegando a este ponto, se desenvolve calor, e algumas vezes luz, os corpos se combinam, e toda a sua tensão electrica desaparece. Tomemos outra vez o cobre e o enxofre em contacto, e que, como já vimos se acham electrizados em sentido contrario. — A' medida que elevarmos a temperatura, a carga electrica dos dous corpos

augmentará, o enxofre tornar-se-ha cada vez mais positivo, e o cobre cada vez mais negativo; chegará enfim um momento, em que as electricidades accumuladas se reunirão, então o fogo apparecerá, e a combinação se effectuará no meio de desenvolução de calor e luz. Quanto maior é a affinidade que existe entre os dous corpos, tanto maior é também a carga electrica que elles adquirem, quando se põem em contacto; chega um ponto, em que a tensão das electricidades é capaz de arrastar as suas particulas, então elles se precipitam um para o outro, as electricidades se neutralizam, os corpos se combinam, e presistem em combinação em virtude da lei geral da attracção, a que obedecem todas as particulas materiaes. Eis ahi os principios da theoria de Davy a qual se pôde reduzir em poucas palavras ao seguinte: — Uma attracção geral liga as particulas de todos os corpos; é esta força que produz a cohesão; é esta mesma força, que reúne as particulas dissimilhanes de dous ou mais corpos. O contacto entre dous corpos de differente natureza desenvolve uma nova força — a electricidade — que tende a isolar as particulas semelhantes de cada um d'elles, e a approximar as particulas dissimilhanes. Se chega um termo, em que a segunda força excede a primeira, ou em que a cohesão é vencida pela attracção electrica, as particulas semelhantes separam-se umas das outras, e as dissimilhanes reúnem-se; então a combinação effectua-se, as electricidades neutralizam-se, o seu effeito desaparece, e as particulas dos dous corpos ficam em união permanente em virtude da lei geral da attracção.

Esta theoria grande e sublime, fórma um systema claro e completo, que abrange a maior parte dos phenomenos. Por esta theoria concebe-se muito bem a razão; porque as combinações se fazem com uma energia que varia segundo o antagonismo dos corpos; a razão porque os mais dissimilhanes são os que tem mais tendencia a

combinar-se, e ao mesmo tempo aquelles, em que o estado electrico se manifesta em mais alto gráo; a razão, porque basta constituir os corpos em certo estado electrico, para se favorecer a sua combinação ou obstar a ella; explica-se a producção de calor e luz, que se manifesta nas reacções chímicas; explica-se a rapidez instantanea, com que se operam certas combinações, entre corpos, que até certo gráo de temperatura presistem como indifferentes em presença uns dos outros, e de repente se precipitam um para o outro; explicam-se em fim as sympathias e antipathias, os amores e os odios, as nupcias e as repulsas; em summa, a maior parte dos factos cahem dentro do circulo do seu dominio. Apesar porém de todas as bellezas da sua theoria, Davy não se occupou da maneira porque a electricidade se acha distribuida nos corpos, nem tão pouco da razão, porque os corpos se constituem em estados electricos oppostos, quando se põem em contacto: as theorias electro-chímicas, que succederam á sua, tiveram particularmente em vista estes objectos.

### *Theoria electro-chímica de Ampere.*

Ampere admittiu uma identidade perfeita entre as forças que dão origem aos phenomenos chímicos, e as que produzem os phenomenos electricos. Segundo elle, as moleculas dos corpos têm uma electricidade propria, a qual não podem abandonar; esta electricidade, reagindo sobre o fluido neutro ambiente, attráhe a electricidade contraria, e repelle a da mesma natureza, e determina assim em roda de cada uma das moleculas uma atmosphera electrica de natureza contraria, de maneira que cada molecula póde ser comparada a uma pequena

garrafa de Leyde de paredes infinitamente delgadas. Segundo esta hypothese, as moléculas de certos corpos seriam naturalmente positivas e as de outros negativas, sendo as primeiras cercadas de uma atmosphera negativa, e as segundas, de uma atmosphera positiva, da mesma sorte que uma garrafa de Leyde póde ser carregada interiormente de electricidade positiva ou negativa, e exteriormente de electricidade contraria: cada molécula de hydrogéo, por exemplo, conteria uma certa quantidade de electricidade positiva, e seria cercada d'uma atmosphera de electricidade negativa; as moléculas do oxygéo, pelo contrario, serão electrizadas negativamente no interior, e positivamente no exterior. Supponhamos agora que duas moléculas, assim constituidas, e electrizadas em sentido contrario, venham a approximar-se; as suas atmosferas reunir-se-hão, desta neutralisação resultará o calor e a luz que se manifestam em algumas combinações, e as moléculas ficarão em união permanente em virtude do seu estado electrico opposto, produzido por suas electricidades proprias, que as não podem abandonar. Para explicar, como um corpo composto póde combinar-se com outro corpo composto, e esta combinação dar ainda origem a desenvolvimento de calorico e luz, bastaria suppôr com Ampere que, não sendo a carga electrica a mesma nas moléculas dos differentes corpos elementares, quando a molécula A se une com a molécula B, a neutralisação das suas electricidades não é completa, senão que fica sempre um excesso de electricidade livre d'uma d'ellas, o qual determina o character electrico da molécula do composto. D'esta sorte os ácidos serão negativos, e as bases positivas, e em virtude do seu estado electrico opposto estes corpos poderão ainda combinar-se, para formarem um sal. A mesma hypothese dá tambem a razão, porque as electricidades, que os corpos desenvolvem no acto de sua combinação, são contra-

rias ás que se manifestam no acto de sua separação: na combinação os corpos apresentam uma electricidade differente da que lhes é propria; na decomposição as moleculas recuperam, em virtude da sua electricidade propria, as atmosferas que tinham perdida no acto da combinação.

A' primeira vista esta theoria parece muito plausivel; se a submettermos porém a um exame profundo e rigoroso, conheceremos que, além de conter principios inadmissiveis, não satisfaz á explicação dos phenomenos. Em primeiro logar, não se vê a razão, porque as moleculas do corpo A devem ter uma electricidade propria positiva, e as do corpo B uma electricidade negativa; nem tão pouco a razão, porque esta electricidade se acha intimamente unida com as moleculas, não podendo separar-se d'ellas, nem unir-se com a electricidade contraria, que fórma a atmosfera das mesmas moleculas. Em segundo logar, ainda admittindo que assim seja, não se segue que, sendo postas em contacto ou a distancias infinitissimas moleculas de differente natureza, as suas atmosferas electricas devam neutralizar-se, embora estas atmosferas sejam de differente natureza; porque a electricidade que as constitue, acha-se perfeitamente dissimulada pela attracção que sobre ella exerce a electricidade contraria, propria das moleculas; da mesma sorte que, se carregarmos duas garrafas de Leyde em sentido contrario, isto é, de modo que a electricidade accumulada na armadura interior d'uma seja positiva, e na outra negativa, não haverá neutralisação das electricidades contrarias accumuladas nas armaduras exteriores, ainda que as ponhamos em communicação, porque a electricidade exterior acha-se dissimulada pela electricidade contraria da armadura interior.

Além disto, como admittir que a electricidade propria d'uma molecula possa estar em presença d'uma atmosfera electrica opposta, sem se combinar com ella?

A comparação, que Ampere faz d'uma molecula com uma garrafa de Leyde é destituida de fundamento; porque entre as duas electricidades d'este condensador ha um corpo máo conductor, que obsta á reunião dos dous principios electricos, e nada ha nas moleculas, que possa fazer as vezes d'este corpo máo conductor. O ser o estado electrico dos corpos puramente relativo, sendo ora positivo, ora negativo, é um outro facto que desmente completamente a hypothese d'Ampere. Sendo o enxofre, por ex., negativo, quando se combina com o cobre, e positivo, quando se combina com o oxygeno; é forçoso suppor, que no primeiro caso a electricidade propria das moleculas do enxofre é negativa, e no segundo positiva.

Muitas outras reflexões poderíamos fazer, mas o que levamos dito é sufficiente para fazer ver que os principios da hypothese d'Ampere são inteiramente inadmissiveis. Terminaremos com uma reflexão mui judiciosa de Baudrimont, e vem a ser, a contradicção manifesta entre os principios d'esta hypothese e os que Ampere admite para explicar os phenomenos magneticos. Para a explicação dos phenomenos chimicos suppõe que as moleculas são cercadas de atmosferas electricas; para a explicação dos phenomenos magneticos admite correntes electricas, girando em roda d'ellas. No primeiro caso ha em cada molecula duas electricidades differentes; no segundo caso, ha uma só girando em roda do seu eixo!

Se a theoria d'Ampere é inadmissivel, por se fundar em principios contrarios aos factos, mais inadmissivel é ainda, quando se considera em sua applicação á explicação dos phenomenos. Os factos, que ha a explicar nas combinações chimicas, podem reduzir-se aos seguintes; 1.º separação das moleculas de cada um dos corpos, e união das moleculas de um com as moleculas do outro: 2.º producção de calor e electricidade, e algumas vezes de luz no acto da combinação: 3.º união permanente,

em que ficam os elementos depois de combinados. O primeiro facto não é explicado pela hypothese d'Ampere; porque se as moleculas dos corpos contêm ao mesmo tempo os dous principios electricos, e estes são exactamente nas quantidades convenientes para se neutralisarem, nenhuma acção attractiva, nem repulsiva deve manifestar-se entre ellas, pois que a acção attractiva produzida por uma das electricidades deve ser exactamente compensada pela acção repulsiva exercida pela outra, e então não ha razão para que as moleculas semelhantes se separem, e as dissimilhanes se reunam. O desenvolvimento da electricidade no acto da combinação é tambem um facto mal explicado por esta hypothese; porque segundo Ampere, a electricidade que então se manifesta, provém da acção por influencia que a electricidade propria das moleculas exerce sobre os corpos ambientes, depois das moleculas terem perdido as suas atmospheras; e para que assim seja, é necessario que haja um intervallo de tempo entre a neutralisação das atmospheras electricas e a união das moleculas, o que é inadmissivel. Em quanto ao terceiro facto, a união permanente, em que ficam os corpos depois da combinação, bem explicado está pela lei geral da attracção, sem que seja mistér recorrer a uma outra hypothese. Admittir qualquer outro principio para o explicar, é substituir a um principio certo e bem demonstrado um outro hypothetico; e nisto pecca tambem gravemente a theoria de Ampere, que pertende explicar a união permanente, em que ficam as moleculas, pela attracção de suas electricidades proprias. Este principio sómente fôra admissivel, se por elle se pudesse tambem explicar a attracção universal, e já vimos que as moleculas, por isso mesmo que contêm quantidades iguaes dos dous principios electricos, não podem exercer alguma acção umas sobre as outras, todas as vezes que estiverem a distancias. Se pois o estado electrico das moleculas,

conforme o representa Ampere, não póde considerar-se como causa da attracção universal, e somos obrigados a admittir como um facto certo e incontestavel que todas as particulas da materia tendem a unir-se, que necessidade ha de recorrer a outro principio, para explicar a união permanente em que ficam os corpos depois de combinados?

Parece-nos pois que a theoria d'Ampere nem é admissivel em seus principios, nem satisfaz á explicação dos phenomenos chimicos.

26.<sup>a</sup> LIÇÃO.

**THEORIA DE BERZELIO. — ADMITTE A POLARIDADE ELECTRICA DAS MOLECULAS. — REFUTAÇÃO DESTE PRINCIPIO. — THEORIA DE BAUDRIMONT. — PROPÕE NOVA THEORIA PHYSICA DA ELECTRICIDADE. — QUESTÃO DA IDENTIDADE DOS FLUIDOS IMPONDERAVEIS — CONCLUSÃO. — AS THEORIAS ELECTRO-CHIMICAS AINDA NÃO SATISFAZEM ÀS NECESSIDADES DA SCIENCIA — O MAIS PHILOSOPHICO É SEGUIR UMA OPINIÃO ECLECTICA Á CERCA DA CAUSA DOS PHENOMENOS CHIMICOS.**

*Theoria electro-chimica de Berzelio.*

A combustão, phenomeno chimico dos mais importantes, e ao mesmo tempo dos mais vulgares, e objecto das meditações dos Chimicos em todos os tempos, foi o que attrahiu especialmente a attenção de Berzelio. Tendo reconhecido que a theoria de Lavoisier era insufficiente, para explicar os phenomenos da combustão, pareceu-lhe que sómente se podiam explicar pela neutralisação das electricidades contrarias que os corpos manifestam no acto da sua combinação. Para fundamentar este principio que já tinha servido de base á theoria de Davy, cita Berzelio o calor e a luz que resultam da simples reunião das duas electricidades no vazio empregando reophoros

terminados por carvões, sem que estes experimentem alguma attracção, nem entrem em alguma combinação chimica. Generalizando este principio, Berzelio foi levado a concluir que em toda a combinação ha neutralisação de electricidades oppostas, e que desta neutralisação resulta o fogo que se manifesta em todos os casos de combustão. Considerando por outra parte que os elementos dos corpos compostos, se constituem em estados electricos oppostos quando são submettidos á influencia da pilha em actividade, tractou de examinar quaes são os corpos electro-positivos ou electro-negativos uns a respeito dos outros. Fazendo investigações sobre todos os elementos chimicos, chegou a construir uma escala d'estes corpos dispostos segundo suas relações electro-chimicas. O primeiro corpo d'esta escala é o mais electro-negativo, e o ultimo o mais electro-positivo; os intermedios são dispostos n'uma ordem tal, que cada um d'elles é electro-positivo em relação aos precedentes, e electro-negativo em relação aos seguintes. Considerando a electricidade como causa das affinidades chimicas, ou antes como a mesma affinidade, esta escala indica tambem o gráo de affinidade que têm entre si os diferentes corpos, de maneira que um corpo composto poderá ser decomposto por um elemento chimico, se este for mais electro-positivo, ou mais electro-negativo do que um dos seus principios constituintes. O chloro, por exemplo, sendo mais electro-negativo do que o iodo e o bromo, póde deslocar-os de suas combinações; e o zinco, como mais electro-positivo de que o chumbo, o estanho, o cobre, a prata, etc., póde tambem deslocar estes metaes e substituil-os em todas as suas combinações. Berzelio não deixou, com tudo, de reconhecer que a ordem, em que elle apresentou os corpos debaixo da relação de seu estado electro-chimico, não se pode haver por absoluta; porque alguns casos ha em que um corpo desloca de suas combinações um outro mais electro-

positivo, ou mais electro-negativo do que elle: o chloro, por exemplo, expelle o oxygeno da agua debaixo da influencia da luz, e o hydrogeno reduz muitos oxydos metallicos. É certo porém, que se alguns dados positivos se podem estabelecer sobre o differente gráo de affinidade dos corpos, sómente do seu estado electro-chimico se podem deduzir.

Berzelio não se limitou sómente a isto; depois de ter conhecido a immensa influencia que a electricidade exerce em todos os phenomenos chimicos, era necessario descer á origem d'estes phenomenos. — Tendo comprehendido que se não podia admittir nas particulas uma electricidade constante, representou d'outra maneira a sua constituição, e deu do seu estado electrico uma imagem que lhe fôra suggerida pelos dous factos seguintes: — 1.º a polaridade electrica que adquirem pelo calor os menores fragmentos de tormalina: — 2.º a propriedade que tem certos corpos de não darem passagem senão a um dos dous principios electricos; por exemplo, a chamma do hydrogeno e do alcohol, collocadas no circuito galvanico, sómente dão passagem ao principio electro-positivo; a chamma do phosphoro, pelo contrario, sómente dá passagem ao principio negativo. Partindo d'estes dados Berzelio suppõe que as moleculas dos corpos têm uma polaridade electrica; que um dos seus pólos é sempre mais energico que o outro, e que da energia relativa dos pólos, e natureza de sua electricidade dependem as affinidades chimicas. Supponhamos o oxygeno e o hydrogeno em circumstancias favoraveis á sua combinação; as moleculas de um e outro gaz obrarão por seus dous polos, e estes reunir-se-hão em sentido inverso, isto é, os polos positivos do hydrogeno dirigir-se-hão para os polos negativos do oxygeno, e os pólos negativos d'aquelle, collocar-se-hão defronte dos polos positivos d'este. Mas como as moleculas não podem abandonar senão a electricidade de

um dos seus pólos, d'um lado as electricidades contrarias se reunirão, do outro as electricidades ficarão intactas em presença uma da outra; a reunião das primeiras produzirá calor e luz, a influencia reciproca das segundas manterá as particulas em união permanente.

Se estas conjecturas diz Berzelio, apresentam uma justa ideia da relação dos corpos com a electricidade, segue-se que o que nós chamamos affinidade chimica com todas as suas variedades, é um puro effeito da polaridade electrica das particulas, e que a electricidade é a causa primária de toda a acção chimica, assim como do calor e da luz, que se manifesta no acto das combinações.

A theoria de Berzelio, é na verdade tão engenhosa que, quaesquer que sejam os progressos futuros da sciencia, ficará sendo sempre um dos mais bellos ensaios em genero de raciocinio, que a Philosophia tem produzido. Mas tal é a sorte de todas as theorias especulativas, que nem o maior genio lhes vale, para as por a salvo de numerosas objecções, nenhuma d'ellas resiste a um exame severo, porque nenhuma d'ellas é baseada sobre a experiencia, unica base de todos os nossos raciocinios. A hypothese da polaridade electrica das moleculas é na verdade, a que melhor satisfaz á explicação dos phenomenos chimicos; mas da mesma sorte que a das atmosferas electricas de Ampere, envolve condições que a tornam inadmissivel. A primeira objecção deriva da falta de equilibrio entre as electricidades dos dous pólos, a qual deveria fazer com que os corpos apresentassem constantemente uma electricidade livre, o que não tem lugar. Por outro lado, se as electricidades polares de dous atomos differentes podem combinar-se, porque razão senão combinam tambem as duas electricidades do mesmo atomo? Se é a differença das electricidades polares, que determina o estado electro-chimico das moleculas, segue-se que uma molecula deve ser absolutamente positiva

ou negativa, segundo predominar uma ou outra das duas electricidades, e então resta saber porque razão, um corpo pôde ser alternativamente electro-positivo, ou electro-negativo, segundo as circumstancias em que se acha. O facto da tormalina não pôde servir de analogia; porque só se apresenta electrizada, quando se eleva ou diminue a sua temperatura, e então em temperaturas estacionarias não poderiam haver combinações. Em fim, se cada molecula fosse um iman, todos os corpos deveriam ser verdadeiros imans.

Terminaremos a discussão das doutrinas electro-chimicas, expondo a hypothese de Baudrimont, deste Chimico moderno, que tamanha revolução tem feito nas theorias da Sciencia. Para formular uma nova theoria electro-chimica, Baudrimont começa por estabelecer uma nova theoria da electricidade, cujos principios fundamentaes se podem reduzir ao seguinte: Que a electricidade consiste n'um movimento vibratorio das moleculas dos corpos, e que este movimento pôde transmittir-se d'um corpo a outro a grandes distancias, sem intermedio d'algum outro corpo, o que constitue a transmissão da electricidade por indução ou influencia: se ha equilibrio de movimento molecular n'um systema de corpos, estes acham-se no estado natural; se o equilibrio é perturbado por uma causa qualquer, os corpos manifestam o estado electrico; se o movimento electrico é augmentado, o corpo é electrizado positivamente; se é diminuido, o corpo é electrizado negativamente.

Esta theoria é de certo uma consequencia da reacção scientifica do seculo 19.º contra as ideias do seculo passado. Toda a Physica do seculo 18.º e do começo do actual fundava-se sobre a theoria que admite fluidos imponderaveis distinctos, constituindo a luz, o calorico, a electricidade, e o magnetismo; que estes fluidos obedecem nas suas relações entre si, e com a ma-

teria ponderavel de que elles não differem, senão por não possuirem pêsso apreciavel, a todas as leis d'attracção e de repulsão a que estão sujeitos os corpos ponderaveis. Esta ideia seductora por sua simplicidade e clareza deu á Sciencia uma physionomia particular, e um certo character e apparencia de solidez e de verdade, e contribuiu para a enriquecer de descobertas e de resultados importantes. Todos os progressos da Optica, durante o ultimo seculo, as bellas descobertas sobre o calor radiante, os trabalhos de Coulomb e de Poisson sobre a electricidade e magnetismo, tiveram por origem e por base esta theoria. Mas como a Sciencia não se verga sempre ao jugo dos nossos systemas, e como tende sempre a sahir do circulo estreito em que o espirito do homem a comprime, ella não soffreu por muito tempo o imperio das theorias newtonianas sobre a emissão, e d'esta necessidade de reforma surgiu uma ideia nova, uma concepção engenhosa que foi a theoria das ondulações. Já indicada por Descartes, mais claramente formulada por Huyghens, e sustentada por Euler, esta theoria está destinada talvez a ser no seculo 19.º a ideia dominante em Philosophia, como foi a da emissão no seculo passado. A theoria das ondulações funda-se na existencia em todo o Universo de uma materia etherea, excessivamente delicada, d'uma grande elasticidade, na qual são suspensos, e fluctuam, por assim dizer, os atomos da materia ponderavel. — Exercer uns sobre os outros uma attracção reciproca, determinar nesta substancia etherea, de que estão cercados, ondulações mais ou menos intensas, mais ou menos rapidas, taes são as propriedades destes atomos pesados, os quaes reunindo-se e grupando-se, já debaixo da fórma sólida, já da fórma liquida, já na fórma gazosa constituem todos os corpos —

Todos os phenomenos da irradiação do calor e da luz não são, nesta hypothese, senão os effeitos destas on-

dulações propagando-se pelo ether. Todos os phenomenos de dilatação, de conductibilidade, e do calor especifico, os effectos da electricidade, e do magnetismo, as acções quimicas ou moleculares, tudo é o resultado da acção combinada e reciproca da attracção das particulas pesadas, e dos movimentos ondulatorios do ether. Esta ideia de mais difficil concepção, e de mais complicada applicação que a da emissão, tem com tudo sobre esta a incontestavel superioridade de sua maior generalidade. Um só fluido por toda a parte derramado, em lugar de quatro ou seis fluidos imponderaveis distinctos; movimentos produzidos pelos corpos pesados n'este fluido universal, e não particulas materiaes emittidas por elles; são certamente noções mais conformes com o grande e bello principio da unidade, que tanto se deseja descobrir na ordem physica, e mais em harmonia com os factos que constituem as nossas sensações, como, por exemplo, a audição. Um atomo pesado, o ether derramado no espaço, e o movimento produzido neste ether pelo atomo, é uma ideia grande, simples, sublime, e eloquente. Esta ideia que já conta quarenta annos de existencia, tem sido a origem das descobertas mais importantes na luz e calor, e talvez prepare á Chimica grandes progressos. Depois que a hypothese das ondulações foi applicada á explicação dos phenomenos da luz, era natural o pensar que os phenomenos electricos fossem tambem produzidos por movimentos moleculares, e foi talvez esta consideração a que levou Baudrimont a estabelecer a sua theoria. A analogia que existe entre as tres ordens de phenomenos dos chamados fluidos imponderaveis, a concomitancia destes phenomenos, e a identidade de circumstancias, em que elles se manifestam, fazem crer que elles devem a sua origem á mesma causa. A luz e o calorico irradiam, a electricidade tambem irradia; ha transmissão rápida e quasi instantanea da luz: ha transmissão rápida e igual-

mente instantanea da electricidade ; um corpo a uma temperatura muito elevada torna-se luminoso, um corpo fortemente electrizado apresenta-se cercado d'uma aureola luminosa, a luz e o calor desenvolvem electricidade, a neutralisação de electricidades oppostos produz calor e luz; o attrito e a pressão produzem desenvolvimento de calor, o attrito e a pressão produzem tambem desenvolvimento de electricidade. — Todos estes phenomenos e muitos outros parecem mostrar que o calor, a luz, e a electricidade tem por origem a mesma causa. Ora, se a hypothese das ondulações dá uma explicação plausivel dos phenomenos da luz, e póde tambem applicar-se até certo ponto á explicação dos phenomenos do calor, nada mais natural do que attribuir os phenomenos electricos a movimentos moleculares.

Não consideramos porém ainda hoje como plenamente demonstrada a analogia dos tres imponderaveis. Assim o calorico penetra e propaga-se atravez dos corpos, muito lentamente em relação ao fluido electrico, que os percorre com uma rapidez espantosa. Corpos aquecidos esfriam lentamente, entretanto que perdem quasi instantaneamente sua virtude electrica, se communicam com bons conductores. Na manifestação dos effeitos electricos apparece um cheiro de enxofre ou de phosphoro, que se não patenteia nos phenomenos calorificos, nem nos luminosos. O vidro, que a luz atravessa com tanta facilidade, é quasi impermeavel ao fluido electrico. Emfim os corpos submettidos á acção do calor ou da luz não apresentam a propriedade de attrahir e repellir corpos leves a distancias sensiveis, como se observa nos corpos electrizados. Além disto, ainda que os phenomenos electricos podessem ser explicados pela theoria das ondulações, era necessario admittir a existencia de um fluido tenuissimo, derramado no espaço, como se admite para a explicação dos phenomenos do calor e da luz; porque  
nem

nem os phenomenos se podem conceber sem esta circumstancia, nem se póde admittir transmissão de movimento d'um corpo a outro a grandes distancias, sem um corpo intermedio que sirva de propagar o movimento. Parece-nos por tanto que a theoria electro-chimica de Baudrimont pecca pela base por não admittir a existencia do ether. — Não nos demoramos mais n'esta discussão, porque ella nos levaria muito longe, e ao campo da Physica.

Pois que tão graves objecções se podem fazer, como temos visto, a todas as theorias electro-chimicas, devemos concluir que estamos ainda muito longe de possuir uma theoria chimica, verdadeiramente racional e philosophica, e terminaremos as nossas considerações com a opinião de Persóz. — No estado actual da sciencia, que vantagem poderá haver em provar que é antes á affinidade, que á electricidade que são devidas as acções chimicas? Ambas estas forças, são insufficientes; porque fôra necessario ou dar-lhes mui diversas interpretações, ou admittir a existencia d'uma numerosa classe de phenomenos excepçionaes, ou emfim suppor uma força auxiliar e occulta — a força catalytica —.

Em summa, não podemos seguir uma opinião exclusiva; devemos antes ser ecleticos, e suppor que as acções chimicas, são effeito de muitas causas, a constituição atomica dos corpos, a cohesão, o calor, a electricidade, a luz e a affinidade.

F I N E .



# INDICE.

ADVERTENCIA. . . . . VII

## 1.ª LIÇÃO.

*Philosophia Chimica.* — Sua definição. — Suas relações com as outras Sciencias. — Methodos do seu estudo. — Programma adoptado n'estas lições. Pag. 1—13.

## 2.ª LIÇÃO.

*Utilidade da Philosophia Chimica.* — *Historia da sciencia.* — Sua origem, e progressos. Pag. 14—22.

## 3.ª LIÇÃO.

*Corpo.* — *Materia.* — *Atomo.* — *Molecula.* — *Particula.* — *Estados dos Corpos.* Pag. 23—41.

## 4.ª LIÇÃO.

*Attracção universal.* — *Cohesão.* — *Affinidade.* — *Natureza chimica dos corpos.* — *Systemas dos antigos.* — *Divisão dos corpos em simples e compostos.* Pag. 42—51.

5.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Acidos.* — *Difficuldade de sua definição.* — *Haverá limites rigorosos entre estes corpos, e as outras classes de compostos?* — *Sua natureza e constituição.* — *Ideias dos antigos.* — *Hypotheses de Lavoisier, de Davy, e Murray.* — *Sua classificação.* Pag. 52—62.

6.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Bases.* — *Differente significação d'esta palavra.* — *Difficuldade de as definir.* — *Sua classificação.* — *Divisão em oxydos metallicos, alkalis, e alkaloides.* — *O ammoniaco deverá reputar-se uma base sui-generis ou um oxydo metallico?* — *Causa das propriedades basicas.* Pag. 63—74.

7.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Causas das propriedades basicas.* — *Theoria de Graham.* — *Influencia da agua nas propriedades alcalinas.* — *Critica d'esta opinião.* — *Ideias de Robiquet e de Gay-Lussac.* — *É no principio do dualismo que está talvez a solução do problema.* —  
*Saes.*

*Doutrina dos antigos.* — *Definições de Lavoisier, de Berzelio e dos Chemicos modernos.* — *Insufficiencia de todas ellas.* Pag. 75—83.

8.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*A palavra sal deverá banir-se da Chimica?* — *Innovação*



*extemporanea.* — *Difficuldade de definir rigorosamente os saes.* — *Saes neutros acidos e basicos.* — *Insufficiencia dos reagentes corados para avaliar a neutralidade.* — *Constituição chimica dos saes.* — *Ideias dos antigos.* — *Doutrinas dualisticas dos modernos.* — *Systema dos que negam a predisposição molecular.* — *Sua refutação.* Pag. 84—95.

### 9.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Admittida a predisposição molecular, qual das hypotheses será preferivel, a de Longchamp, a de Davy, ou a de Lavoisier?* — *Defeitos da doutrina de Longchamp.* — *Parallelo das theorias de Davy e de Lavoisier sobre a constituição dos acidos e dos saes.* — *Créditos e bellezas da theoria de Davy.* — *Sua critica.* — *Está em opposição com os factos e com as observações da thermo-chimica.* — *Erros a que conduz.* Pag. 96—104.

### 10.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Reflexões de Dumás sobre a theoria de Davy.* — *Triumpho provavel da doutrina de Lavoisier, modificada pelas ideias de Berzelio á cerca da constituição dos saes.* — *Saes amphidos e haloides.* — *Natureza d'estes.* — *Theorias dos chlorhydratos e dos chloruretos.* — *Probabilidades da segunda.* — *Opinião de Pelouze e Fremy.* Pag. 105—113.

11.<sup>a</sup> LIÇÃO. —

*Classificações químicas dos corpos simples. — Seu fim e utilidade. — Systemas artificiaes, e methodos naturaes. — Resenha critica dos principaes planos de classificações. — Systemas de Guyton de Morveau, de Lavoisier, de Thompson e de Thenard. — Classificação electro-química de Berzelio. — Primeiros trabalhos do methodo natural. — Ideias d' Ampere.* Pag. 114—123.

12.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Ensaio de methodos naturaes por Despretz, Baudrimont, Hofer e Dupasquier. — Vantagens do methodo natural em geral. — Plano proposto por Dumás. — Classificação dos corpos compostos. — Haverá limites rigorosos entre compostos organicos e inorganicos? — Diferenças entre a Chimica inorganica e organica.*

Pag. 124—133.

13.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Nomenclatura. — Linguagem viciosa dos antigos Chimicos. — Reforma de Guyton de Morveau. — Nomenclatura actual, suas imperfeições, necessidade de uma nomenclatura chimica portugueza. —*

*Da combinação, seus caracteres. — Diferenças entre combinação e dissolução. — Serão um e o mesmo phenomeno?*

Pag. 134—145.

## 14.ª LIÇÃO.

*Thermo-chimica. — Combustão. — Theoria de Lavoisier, sua insufficiencia. — Leis thermo-chimicas de Welter, Dulong, Hess e Andrews. — Electricidade desenvolvida nas acções chemicas. — Experiencias de Becquerel. — Apparição de luz.* Pag. 146—155.

## 15.ª LIÇÃO.

*Causas que modificam as acções chemicas. — Cohesão. — Ideias de Berthollet, e sua discussão. — Calor e seus effeitos. — Acção chimica da luz, ou actino-chimica. — Photographia, Daguerreotypo. — Electricidade. — Influencia das quantidades e massas chemicas, observações de Millon. — Influencia da extensão das superficies, da capillaridade, e do estado nascente.* Pag. 156—166.

## 16.ª LIÇÃO.

*Natureza das forças chemicas. — A attracção molecular será a mesma força, que a attracção universal? — A cohesão, a affinidade e a força de dissolução deverão considerar-se como forças distinctas, ou como uma só e a mesma força? — Ideias dos Chemicos modernos a favor da segunda hypothese. — Opiniões de Baudrimont, de Dumás e de Graham* Pag. 167—175.

## 17.ª LIÇÃO.

*A afinidade não pôde ser da mesma natureza que a cohesão, se a considerarmos como causa determinante das combinações chemicas. — Diferentes sentidos em que se têm tomado a palavra afinidade. — Não tem a mesma significação na linguagem ordinaria e scientifica. — Ideias dos antigos, de Boerhaave, Macquer, Buffon, Bergman e Berthollet. — Pag. 176—184.*

## 18.ª LIÇÃO.

*Reflexões sobre a doutrina de Berthollet, confirmada em grande parte pelas experiencias de Henry e Soubeiran, e consignada entre as leis da afinidade estabelecidas por Berzelio.*

*Será necessario admittir outras forças moleculares? — Força catalytica. — Opiniões de Berzelio, Liebig, Mitscherlick, Playfair, e Baudrimont. Pag. 185—196.*

## 19.ª LIÇÃO.

*Leis das combinações chemicas. — O que pensavam os antigos philosophos. — Primeiros trabalhos analyticos no seculo 17.º — Leis das proporções em péso. — Leis de Wenzel, e de Richter. — Controversia entre Proust e Berthollet. — Lei das proporções multiplas de Dalton. — Doutrina das proporções chemicas coroada pelos trabalhos analyticos de Berzelio. — Leis das proporções em volumes ou leis de Gay-Lussac.*

Pag. 197—205.

20.<sup>a</sup> LIÇÃO.

O que se entende por equivalentes e numeros proporcionaes. — Vantagens que resultam do conhecimento dos equivalentes. — Maneira de os determinar. — Defeitos e inconvenientes notados por Pelouze e Baudrimont. — Exageração d'estes auctores. — Reflexões geraes. — Resumo e conclusão. Pag. 206—219.

21.<sup>a</sup> LIÇÃO.

Theoria atomica. — A existencia dos atomos foi admittida pelos philosophos mais antigos. — Ideias de Leucippo, Democrito e Epicuro. — Systema de Dalton abraçado e desenvolvido por Berzelio. — Explicação da lei das proporções multiplas e da lei dos equivalentes por este systema. — Pésos atômicos. Nem sempre correspondem aos equivalentes. — Differentes methodos de determinar o peso atomico dos corpos. Pag. 220—233.

22.<sup>a</sup> LIÇÃO.

Methodos de determinar o péso atomico dos corpos, fundados na lei de Dulong e Petit, e no isomorphismo. — Conclusão. — Reflexões sobre a theoria atomica. — A lei das proporções multiplas não tem o caracter de generalidade que lhe assigna a theoria. — Poderá applicar-se aos compostos organicos? — Será diferente o modo de combinação dos elementos na materia organica e inorganica? — Theorias de Raspail e de Dumas. — Systema de Persoz. Pag. 234—247.

23.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Discussão do principio fundamental da theoria atomica, a existencia dos atomos. — Philosophia grega. — Ideias de Zenão, Democrito e Leibnitz. — A materia será divisivel ao infinito? — Difficuldade de resolver a questão, tanto pelo raciocinio, como pela experiencia. — A theoria atomica é independente d'esta questão. — Distincção entre atomos physicos e chimicos, estabelecida por Dumás e outros Chimicos. — Seus fundamentos. — Verdadeira significação da palavra atomo.* Pag. 248—259.

24.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*Isomerismo. — Metamorphoses da materia inorganica e organica. — Gerações espontaneas. — Consequencias que d'estes factos se deduzem. — Polymorphismo, Allotropia. — Experiencias modernas sobre o ozone. — Póde hoje contestar-se no campo do raciocinio e dos factos a existencia de corpos simples? — Natureza problematica dos metaes.* Pag. 260—275.

25.<sup>a</sup> LIÇÃO.

*A hypothese pura e simples da affinidade não é sufficiente para explicar todos os factos da Chimica. — Desde o começo do seculo actual que a electricidade tenta usurpar os fóros da affinidade. — Factos que serviram de base á doutrina electro-chimica. — Theoria de Davy. — Explica todos os factos, mas não dá a razão, porque*

os corpos se constituem em estados electricos oppostos no acto da combinação. — *Theoria d' Ampere.* — *Exposição de seus principios fundamentaes.* — *As moleculas são comparadas a garrafas de Leyde.* — *Ideia das atmospheras electricas.* — *Discussão d'esta theoria.* — *A hypothese das atmospheras electricas é inadmissivel.* — *Não explica todos os factos.* Pag. 276—286.

## 26.ª LIÇÃO

*Theoria de Berzelio.* — *Admitte a polaridade electrica das moleculas.* — *Refutação d'este principio.* — *Theoria de Baudrimont.* — *Propõe nova theoria physica da electricidade.* — *Questão da identidade dos fluidos imponderaveis.* — *Conclusão.* — *As theorias electro-chimicas ainda não satisfazem ás necessidades da sciencia.* — *O mais philosophico é seguir uma opinião eclectica á cerca da causa dos phenomenos chimicos.* Pag. 287—295.



INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
RODRIGUEZ DE CARVALHO

os corpos se constituem em estados electricos oppositos no acto da combinaçao. — Theoria d'Amper. — Ex-  
posiçao de seus principios fundamentaes. — As molecu-  
las são comparadas a grupos de Esph. — Ideia das  
atmospheras electricas. — Discussao d'esta theoria.  
A hypothese das atmospheras electricas é invalidavel.  
— Não explica todos os factos. — Pag. 276—286.

**20.ª LICÇÃO.** — *Verdadeira* — *Seus fundamentos* — *Verdadeira*  
*atmosphera electrica* — *Seus fundamentos* — *Verdadeira*  
Theoria de Berzelio. — Admitte a polaridade electrica  
das moleculas. — Reritacho d'este principio. — Theo-  
ria de Baehrman. — Reritacho nova theoria physica da  
electricidade. — Questão da identidade das forças im-  
ponderaes. — Conclusão. — As theorias electrico-  
químicas não satisfizerem ás necessidaes da sciencia. — O  
novo philosophico é seguir uma opinião electrica á cerca  
da origem dos phenomenos químicos. Pag. 287—297.

---

21.ª LICÇÃO.

A hypothese pura e simples da affuidade não é sufficiente  
para explicar todos os factos da Chimica. — Deude a  
theoria da electricidade que a electricidade não compar-  
te os factos da affuidade. — Factos que se derivam de uma  
theoria electrico-química. — Theoria de Dany. — Ex-  
posiçao dos factos, e a razão, por que

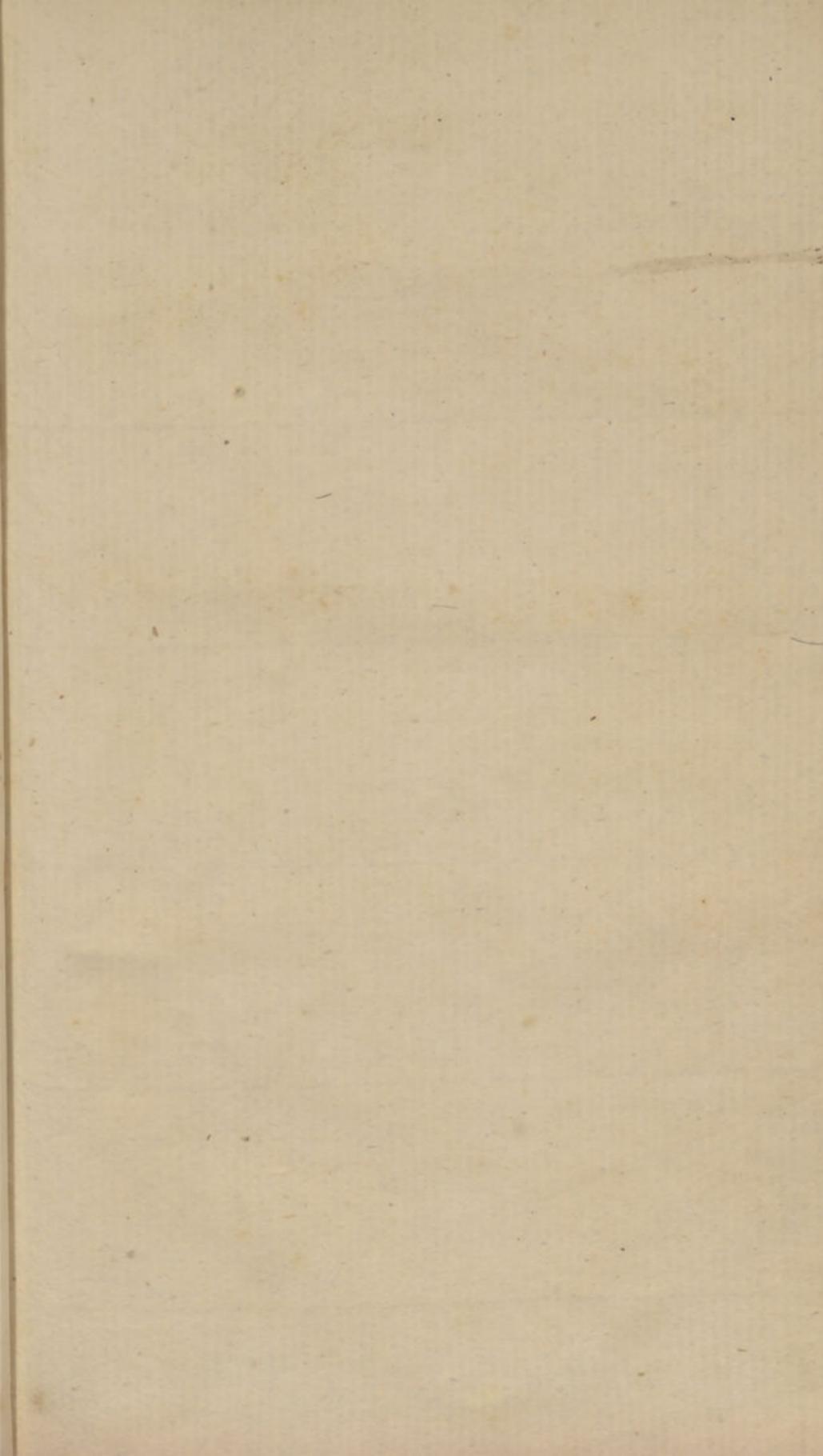


## DECLARAÇÃO.

¶ Estas Lições, da pagina 151 por diante, foram impressas na Typographia da Universidade, com o esmero, apuro e nitidez proprias d'este Estabelecimento. Circumstancias particulares obrigaram o author a começar esta publicação n'outra Offcina, da qual saíram com muita imperfeição as primeiras folhas. Este defeito e algumas incorrecções, que em toda a obra deviam escapar, apesar de todas as diligencias e desvelos que presidiram á revisão, são faltas e erros involuntarios, que os melhores desejos nem sempre podem evitar, e que merecem venia e indulgencia da parte de leitores conscienciosos.

DECLARAÇÃO.

Estas Letras, da pagina 181 por diante, foram impressas na Typographia da Universidade, com o esmero, apuro e nitidez proprias d'este Estabelecimento. Circunstancias particulares obrigam a não dar a conhecer esta publicação n'outra Officina, da qual saíram com muita imperfeição as primeiras folhas. Este defeito e algumas incorrecções, que em toda a obra devida escapou, apesar de todas as diligencias e descehos que presidiram á revisão, são feitas e erros involuntarios, que os melhores descehos nem sempre podem evitar, e que merecem venia e indulgencia da parte de leitores conscienciosos.











RÓ  
MU  
LO



\*1329658905\*

CENTRO CIÊNCIA VIVA  
UNIVERSIDADE COIMBRA

