

Werner, Jørgensen e o Papel da Intuição na Evolução do Conhecimento Químico

Robson Fernandes de Farias

Neste artigo, a controvérsia existente no final do século passado e começo do atual, sobre a natureza e estrutura dos compostos de coordenação, tendo Alfred Werner e Sophus Mads Jørgensen como protagonistas, é utilizada como tema para promover uma discussão sobre o papel da intuição na construção do conhecimento químico, bem como sobre as influências que as posturas progressiva ou conservadora podem exercer sobre a evolução deste conhecimento. Isto é feito com base em dados relatados sobre a vida e obra destes dois célebres químicos.

► Werner, Jørgensen, intuição, conhecimento químico ◀

Recebido em 28/6/99, aceito em 30/1/01

A discussão travada no final do século XIX e começo do século XX, envolvendo Alfred Werner e Sophus Mads Jørgensen, a respeito da estrutura dos compostos de coordenação (Berl, 1939; Benfey, 1992; James, 1993; Ihde, 1984 e Rheinboldt, 1946) mostra-se ainda hoje como exemplo notável da participação da visão intuitiva e da utilização refinada do raciocínio dedutivo para a resolução de problemas. Certamente Jørgensen não foi o único a se opor às idéias de Werner, mas pode-se dizer que foi quem o fez com maior clareza de raciocínio e munido de maior conjunto de evidências experimentais para combater as novas proposições. O próprio Jørgensen sintetizou e caracterizou uma grande quantidade de compostos, sendo portanto um estudioso do assunto e um oponente de alto nível, que combateu a teoria de Werner nos primeiros dez anos de sua existência, um período realmente crucial para o seu estabelecimento.

Além disso, Werner e Jørgensen podem ser vistos como figuras opostas no que diz respeito à sua forma de atuação na construção do conheci-

mento químico. Jørgensen pode ser visto como um indivíduo conservador, metódico e cauteloso, ao passo que Werner parece ter utilizado de forma mais livre o lado intuitivo da mente humana, mostrando-se mais impetuoso em suas proposições.

No presente trabalho procura-se apresentar e estudar a controvérsia então existente, a partir da análise das características psicológicas dos dois pesquisadores, utilizando a referida controvérsia como elemento gerador para uma discussão sobre o papel da intuição na construção do conhecimento químico.

As personagens

Alfred Werner nasceu em 12 de dezembro de 1866, em Mulhouse (Berl, 1942; Rheinboldt, 1946 e Gordon, 1930), Alsácia (na época pertencente à França). Conta-se que,

ainda jovem, gastava o pouco dinheiro que conseguia na execução de experimentos químicos, deixando antever desde cedo sua vocação e desenvol-

vimento precoces. Recebeu o diploma de químico industrial em 1889 no Instituto Politécnico de Zurich (aos 23 anos portanto), tornando-se assistente do famoso George Lunge. Obteve o doutorado em 1890 (aos 24 anos), com uma tese intitulada *Ueber die räumliche Anordnung der Atome in stickstoffhaltigen Molekülen* (Sobre a disposição espacial dos átomos em moléculas nitrogenadas), na qual estende para o nitrogênio tetraédrico e trivalente as idéias largamente aceitas de Le Bel e van't Hoff de um carbono tetraédrico e tetravalente. Após o doutorado passa um semestre em Paris, sob a direção de Berthelot.

Em 1893 (Kaufman, 1976a e 1976b), publica seu célebre trabalho *Beitrag zur Konstitution anorganischer Verbindungen* (Contribuição à constituição de compostos inorgânicos), que havia sido elaborado no ano anterior (aos 26 anos). O trabalho possui 63 páginas, e nele Werner expõe os conceitos de átomo central, número de coordenação e do que chamamos

Werner e Jørgensen podem ser vistos como figuras opostas no que diz respeito à sua forma de atuação na construção do conhecimento químico. Jørgensen era conservador, metódico e cauteloso; Werner era intuitivo e mais impetuoso em suas proposições

hoje de valências primária e secundária. Antecipa ainda os atuais conceitos de ligação iônica e covalente. Além disso, propõe a existência de um arranjo octaédrico para átomos com número de coordenação 6, e quadrado planar para complexos de platina com número de coordenação 4.

Como talvez se pudesse pensar, um trabalho tão extenso e revolucionário não foi produzido depois de meses ou anos de profunda meditação. Segundo o próprio Werner, os então chamados compostos moleculares foram escolhidos como tema para sua aula de livre-docência pelo fato de serem um tema sobre o qual ele nada entendia, esperando aprender algo com a elaboração da aula.

Às duas horas de uma certa madrugada, Werner acordou sobressaltado, com todo um conjunto de idéias já em sua mente. Após escrever freneticamente durante 18 horas, o trabalho estava praticamente pronto (Werner escreveu durante todo esse tempo praticamente sem parar, mantendo-se acordado à custa de muito café forte). Esse trabalho, que seria motivo para uma série de discussões e execução de experimentos tentando comprovar a veracidade ou falsidade de suas proposições, faria de Werner o ganhador do Prêmio Nobel de Química de 1913 (James, 1993). Segundo consta, faleceu em 15 de novembro de 1919, em um sanatório em Zurique, em um estado de completa perturbação mental, ocasionado pela arterioesclerose.

Sophus Mads Jørgensen nasceu em 4 de julho de 1837, em Slagelse, Dinamarca; era, portanto, 30 anos mais velho que Werner (Kauffman, 1959). Graduou-se em 1857 (aos 20 anos de idade, e 9 anos antes do nascimento de Werner). Doutorou-se em 1869 (Werner tinha então 3 anos de idade) com a tese *Overjodider af alkaloiderne* (Periódotos de alcalóides). Em 1871, tornou-se *Lektor* na Universidade de Copenhague, e em 1887, professor de química. Aposentou-se em 1908 e

faleceu em 1 de abril de 1914.

Resumo da disputa

Werner lançou suas revolucionárias idéias no artigo publicado em 1893. Apenas em 1914, ou seja, 21 anos depois (Kauffman, 1978), com a síntese de compostos de coordenação com atividade óptica (a saber, os sais de tris[tetraamino- μ -diidroxo-cobalto (III)]), nos quais a molécula ligante não apre-

Às duas horas de uma certa madrugada, Werner acordou sobressaltado, com todo um conjunto de idéias já em sua mente. Após escrever freneticamente durante 18 horas, sua teoria estava praticamente pronta

sentava átomos de carbono, se conseguiu silenciar os últimos críticos de sua teoria, que se estabeleceu então definitivamente. Curiosa e ironicamente, os sais de tris[tetraamino- μ -diidroxo-cobalto (III)] foram preparados pela

primeira vez por Jørgensen (Kauffman, 1978).

Antes do surgimento da teoria de coordenação de Werner, a teoria da cadeia de Blomstrand, que foi sucessivamente expandida e adaptada por Jørgensen, permaneceu, por quase 25 anos, como ferramenta adequada para a representação e entendimento do comportamento químico dos então chamados compostos moleculares (Kauffman, 1978). A teoria estabelecia que moléculas de amônia poderiam ligar-se umas às outras, formando cadeias, $-\text{NH}_3-\text{NH}_3-$, similarmente ao observado para compostos de carbono, $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$. A teoria da cadeia surgiu por conta da grande influência exercida pela química orgânica, que, na segunda metade do século XIX, estava em pleno desenvolvimento. Mas foi o trabalho de sistematização de Jørgensen que contribuiu grandemente para o seu estabelecimento, mostrando que muitos compostos, inclusive vários por ele obtidos, poderiam ter seu comportamento explicado utilizando-se esta teoria (Kauffman, 1978).

Como exemplo, mostra-se na Figura 1 as representações de Jørgensen e Werner para o composto que chamamos hoje de cloreto de hexamincobalto (III).

Em verdade, somente após os estudos de Raoult e van't Hoff, no final do século XIX, permitindo o estabeleci-

mento confiável das massas molares, é que a representação utilizada por Jørgensen tornou-se a apresentada na Figura 1, acreditando-se até então que muitos compostos, incluindo-se aí os amino-cobálticos, apresentavam uma estrutura dimérica. Assim, acredita-se que sem os trabalhos de Jørgensen e Petersen no estabelecimento das massas molares corretas para os complexos aminocobálticos, com a consequente redução “pela metade” das fórmulas moleculares desses compostos, a teoria de Werner talvez jamais tivesse sido elaborada (Kauffman, 1978).

A nova teoria de Werner e a antiga teoria da cadeia coexistiram durante alguns anos, até que evidências experimentais, sobretudo relativas à condutividade e atividade óptica de uma série de novos compostos obtidos, deixaram clara a superioridade da teoria de Werner, que se estabeleceu então de forma definitiva (Kauffman, 1978).

Nos ombros de gigantes

Afirma-se que Isaac Newton teria dito certa vez que, “Se pude enxergar mais longe, foi por me ter erguido sobre os ombros de gigantes”. A frase relembra o fato de que, sobretudo em ciência, conseguimos avançar não apenas à custa de nosso próprio esforço, mas,

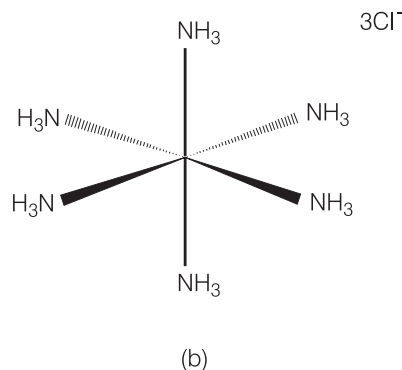
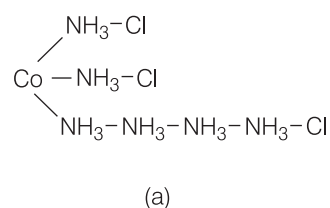


Figura 1: Fórmulas estruturais propostas para o complexo cloreto de hexamincobalto (III) por Jørgensen (a) e Werner (b).

sobretudo, baseados nos acertos (e erros) daqueles que nos precederam.

Existe ainda um provérbio oriental que diz: “Quando o discípulo está pronto, o mestre aparece”. Parafraseando o ditado, poderíamos talvez dizer que, quando a descoberta está pronta, o descobridor aparece. Com isso, estaríamos lembrando que muitas das invenções e descobertas, posteriormente tidas como fruto isolado da genialidade de uma única pessoa, em verdade constituíam-se em conhecimento que “pairava no ar”, restando apenas aparecer aquele que o materia-

lizaria. Como exemplo, podemos lembrar a elaboração quase simultânea da teoria da seleção natural por Darwin e Wallace, ou a elaboração do cálculo diferencial e integral por Newton e Leibniz. Conforme dizia Pasteur, “O acaso favorece as mentes preparadas” (veja-se por exemplo o caso da descoberta da penicilina por Fleming).

Certamente Werner foi um gigante, apoiado no qual muitos conseguiram (e conseguem) enxergar mais longe. Contudo, devemos lembrar que a quantidade enorme de trabalhos por ele produzidos, contando com mais de 150 artigos e orientação de aproximadamente 200 teses, se deu basicamente após a divulgação de sua teoria, com o intuito justamente de provar a veracidade de suas proposições. Para a elaboração de sua teoria, porém, Werner lançou mão de uma grande quantidade de dados experimentais então existentes, grande parte deles obtidos por Jørgensen. É digno de nota o fato de que, ao longo de toda a longa caminhada que conduziria à aceitação de sua teoria, Werner foi beneficiado pelos precisos dados experimentais obtidos por Jørgensen, que se tornou relativamente esquecido. Não conseguimos mais ver as estrelas depois do nascer do Sol...

A ponte que nem todos conseguem atravessar

Werner foi um homem irrequeto, impulsivo, que produziu pode-se dizer

compulsivamente, ao longo de sua carreira. Possuía uma memória prodigiosa (chegava a trabalhar com centenas de frascos sobre a bancada, sem rotulá-los)¹, e grande conhecimento tanto em química orgânica como inorgânica². Segundo um de seus discípulos, Werner era dotado de uma firme deter-

Werner era irrequeto, impulsivo, e produziu compulsivamente ao longo de sua carreira. Possuía uma memória prodigiosa, chegando a trabalhar com centenas de frascos sobre a bancada sem rotulá-los, mas que isto não sirva de exemplo aos estudantes!

minação, mostrando-se incansável na realização de seu trabalho (Pfeiffer, 1928). A despeito de suas muitas tarefas (chegou a orientar 25 teses simultaneamente), era um indivíduo afável em suas relações com os estudantes, para os quais

sempre dispunha de tempo, dando-lhes atenção, e solicitando destes que discutissem criticamente suas teorias. Como exemplo de sua determinação e impulsividade, cita-se o episódio em que, ao ser solicitado por Arthur Hantzsch, seu orientador, que escrevesse um artigo sobre a teoria de coordenação, Werner imediatamente trançou-se em uma sala, acompanhado de um maço de cigarros, não saindo de lá enquanto ambos, o artigo e o cigarro, não terminaram. Suas aulas eram bem preparadas, originais e caracterizadas pela clareza na exposição das idéias, empolgando sua audiência.

Jørgensen, ao contrário, era um pesquisador metódico, cuidadoso, criterioso, que deliberava lentamente sobre suas ações, chegando a executar pessoalmente muitas das análises efetuadas em seu laboratório, podendo-se dizer que tinha verdadeira paixão pela perfeição. Devem-se a ele muitos dos ex-

perimentos que posteriormente mostraram-se imprescindíveis na elaboração e evolução da teoria de Werner. Preferia sempre os fatos às teorias, considerando, por exemplo, a teoria atômica como uma forma conveniente de sistematizar os dados experimentais

existentes, sem contudo acreditar na realidade física dos átomos. Embora tecnicamente corretas, suas aulas não chegavam a ser brilhantes, não sendo a eloquência uma de suas qualidades.

Assim, temos de um lado Werner, o gênio impulsivo e mentalmente irrequeto, e do outro Jørgensen, o pesquisador criterioso e apegado unicamente às evidências experimentais. Em uma metáfora, a lebre e a tartaruga, o afoito e o inibido, o gênio, que se lança desmedidamente em busca de novas verdades, e o prudente e criterioso, que se apegava àquilo que pode comprovar.

A teoria de coordenação elaborada por Werner significou um grande salto em termos de elaboração mental. Devemos lembrar que, quando Werner divulgou sua teoria de coordenação, os dados experimentais então existentes não eram suficientes para sustentá-la, não sendo portanto surpreendente que Jørgensen (e outros) não a aceitassem de imediato.

Aquilo que Werner vislumbrou através de um lampejo intuitivo exigiu 21 anos e inúmeros trabalhos, para que se pudesse provar (convencer os outros pesquisadores), de forma definitiva, a veracidade de suas idéias (como disse Thomas Edson, o gênio é 1% inspiração e 99% transpiração).

O fato de Werner considerar o nitrogênio como situado em um dos vértices de um tetraedro (sua tese de doutorado), sendo trivalente (com a

A teoria de coordenação elaborada por Werner significou um grande salto em termos de elaboração mental. Mas quando ele divulgou sua teoria os dados experimentais então existentes não eram suficientes para sustentá-la, não sendo então surpresa que não fosse aceita de imediato

possibilidade de formar mais uma ligação, através do par de elétrons isolado, como sabemos hoje), certamente foi fator decisivo na elaboração de sua teoria, uma vez que a teoria da cadeia exigia, necessariamente, um nitrogênio pentavalente. Sua reconhecida capacidade de visualizar relações em três dimen-

sões (como já havia feito para o próprio nitrogênio) certamente também contribuiu decisivamente.

Os fatos experimentais dos quais Werner lançou mão na elaboração de sua teoria já eram bem conhecidos por Jørgensen, que como já visto era um

pesquisador mais antigo e experiente. Então, por que Jørgensen, antes de Werner, não elaborou uma idêntica teoria? Talvez a resposta seja: porque ele não podia.

Jørgensen era o tipo de pesquisador para o qual a teoria nunca pode avançar mais do que os dados experimentais disponíveis o permitem. Para ele (e muitos de nós) a experiência pavimentava o caminho seguro através do qual, só então, a teoria irá seguir. Se o mesmo lampejo intuitivo tivesse ocorrido a Jørgensen, este provavelmente o teria reprimido, preferindo não trocar o certo pelo duvidoso. Quando muito, trabalharia sem revelar suas idéias e, tão somente após encontrar todos os fatos que a sustentassem, a divulgaria. O impetuoso Werner primeiro divulgou suas idéias e, então, trabalhando freneticamente, gastou 21 anos para estabelecê-las de forma definitiva. Jørgensen teria morrido antes.

Os fatos (em ciência, dados experimentais) nos conduzem até certos limites (à beira do abismo). A partir daí, o único caminho para chegarmos mais longe é aquele traçado pela intuição. A ponte necessária para se passar de uma teoria estabelecida, porém imperfeita, para outra, ousadamente inovadora, porém ainda não totalmente passível de comprovação, foi arquitetada pela intuição de Werner. Ele a atravessou primeiro. Os outros vieram depois.

Enquanto Jørgensen progressivamente modificava a teoria de Blomstrand, tentando adaptá-la ao número crescente de dados experimentais, seguindo então o caminho mais lógico, Werner elaborou sua própria teoria, rompendo com o padrão de raciocínio então existente. Jørgensen raciocinava em duas dimensões, Werner, em três.

A elaboração lógica de uma teoria faz-se em grande parte pelo uso dos raciocínios dedutivo (Os homens são mortais. Sócrates é homem, logo, Sócrates é mortal) e indutivo (O sol nasceu ontem, e em todos os outros dias na história da humanidade. Assim, deverá nascer amanhã também). Porém,

os grandes saltos conceituais se dão, via de regra, mediante uma via não lógica (ao menos aparentemente): a via intuitiva. Os raciocínios dedutivo e indutivo são apenas ferramentas utilizadas a posteriori, a fim de tornar inteligíveis para os outros aquilo que a intuição já deixou claro em nossas mentes. Um indivíduo intelectualmente irrequieto e impulsivo como Werner certamente encontrava-se mais propenso a viver (e aceitar) uma experiência intuitiva do que o sóbrio e conservador Jørgensen.

Após receber o Prêmio Nobel, em conversa com um amigo, Werner teria ouvido dele a afirmação de que sua teoria teria sido uma “imprudência genial” (Kauffman, 1976b). O fato de Werner ser ainda bastante jovem (portanto ainda com poucas idéias firmemente estabelecidas), e ser ainda em verdade um neófito no que dizia respeito à química de coordenação, certamente foi fator deci-

sivo para a elaboração de sua teoria, ilustrando a idéia de Thomas Kuhn de que o cientista que muda os paradigmas de uma ciência ou de parte dela geralmente é um recém-chegado, estando portanto com a mente mais aberta a novas possibilidades (Kuhn, 1970). Exatamente por ser bastante jovem e um neófito na área, Werner certamente tornou mais difícil a aceitação de suas idéias. Se a mesma teoria tivesse sido lançada por Jørgensen, um pesquisador bem mais velho e conhecido, as resistências certamente seriam sido bem menores. A ciência também tem seus preconceitos...

Deve-se lembrar que Werner não tinha como únicas marcas características a intuição e a impulsividade. Ele era também persistente. Se assim não fosse, poderia talvez ter passado toda a sua carreira dispersando-se entre vários temas, sem jamais se destacar em nenhum deles. Werner lançou um conjunto de idéias e não se deu por satisfeito enquanto não conseguiu demonstrar totalmente que elas eram verdadeiras. Jørgensen, em conformidade com o seu perfil de cientista que acredita tão somente nas verdades já estabelecidas, reconheceu a supe-

rioridade da teoria de Werner tão logo o acúmulo de evidências experimentais se tornou suficiente.

É realmente curioso que uma outra descoberta, a proposição de uma estrutura hexagonal do benzeno por Kekulé, esta de grande importância para a química orgânica, também tenha sido atingida mediante um lampejo intuitivo surgido durante o sono. Embora a intuição de Werner o tenha conduzido à elaboração de toda uma teoria, e não apenas à proposição da geometria de uma molécula, a determinação do arranjo espacial de átomos estava envolvida em ambos os casos.

Para finalizar, poderíamos lembrar a frase de Einstein: “A imaginação é mais importante que o conhecimento”, e também as palavras de George Kauffman, lembrando que tipos como Werner e Jørgensen complementam-se: “Um necessita do outro. A ciência necessita de ambos” (Kauffman, 1959).

Agradecimento

O autor agradece ao Prof. Aécio Pereira Chagas, do Instituto de Química da Unicamp, cujas sugestões contribuíram para o aperfeiçoamento do presente trabalho.

Notas

1. Que isto não sirva de exemplo aos estudantes!
2. Em verdade, tanto Werner como Jørgensen tiveram seu treinamento profissional em química orgânica, como pode ser inferido pelos títulos de suas teses de doutorado. Ambos teriam então entrado na química inorgânica “pela porta dos fundos”. A pesquisa sobre os compostos aminocobálticos iniciou-se realmente com Jørgensen, que teve sua curiosidade voltada para a química de complexos a partir das relações quantitativas entre os constituintes dos periódetos estudados em sua tese de doutorado. Jørgensen tentou então preparar compostos similares, substituindo as “bases” (cátions) inorgânicas por alcalóides.

Robson Fernandes de Farias (robdefarias@bol.com.br), licenciado em química e mestre em físico-química pela UFRN, doutor em química inorgânica pela Unicamp, é docente do Departamento de Química da Universidade Federal de Roraima.

Os grandes saltos conceituais se dão, via de regra, mediante uma via não lógica (ao menos aparentemente): a via intuitiva

Referências bibliográficas

BENFEY, O.T. From vital force to structural formulas. Filadélfia: Beckman Center for the History of Chemistry, 1992.

BERL, E. Some personal recollections of Alfred Werner. *Journal of Chemical Education*, v. 19, p. 153, 1942.

GORDON, N.E. Editor's outlook. *Journal of Chemical Education*, v. 7, p. 1733, 1930.

IHDE, A.J. *The development of modern chemistry*. Nova Iorque: Dover, 1984.

JAMES, L.K. (Editor). *Nobel laureates in chemistry 1901-1992*. Salem: American Chemical Society and The Chemical Heritage Foundation, 1993.

KAUFFMAN, G.B. Sophus Mads Jørgensen. *Journal of Chemical Education*, v. 36, p. 521, 1959.

KAUFFMAN, G.B. Through the back door: the role of chance in the choice of a career of two coordination chemists. *Journal of Chemical Education*, v. 53, p. 445, 1976a.

KAUFFMAN, G.B. An ingenious impudence: Alfred Werner's coordination theory. *Journal of Chemical Education*, v. 53, p. 445, 1976b.

KAUFFMAN, G.B. *Classics in coordination chemistry: the synthesis, reactions, properties & applications of coordination compounds*. Nova Iorque: Dover, 1978. v. 6-8*.

KUHN, T.S. The structure of scientific revolutions. 2ª ed. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

PFEIFFER, P. Alfred Werner. *Journal of Chemical Education*, v. 5, p. 1090, 1928.

RHEINBOLDT, R. Alfred Werner. *Selecta Chimica*, v. 5, p. 47, 1946.

* Traduções para o inglês, acompanhadas de comentários detalhados, dos artigos originais de Werner, Jørgensen, John Albert Newton Friend, Lev Aleksandrovich Chugaev, Paul Pfeifer e outros, que se dedicaram ao estudo dos compostos de coordenação nos anos em que a teoria de Werner ainda estava se estabelecendo (muitos trabalhos visam demonstrar a inexistência da teoria, ou propõem modelos alternativos aos propostos por Werner para os compostos de coordenação), podem ser encontradas na coleção *Classics in coordination chemistry*, partes 1, 2 e 3, editada, traduzida e comentada por George B. Kauffman. Para um resumo histórico da evolução da química de coordenação, ver também: KAUFFMAN, G.B.: General historical survey to 1930. In: WILKINSON, G.; GILLARD, R.D. e MCCLEVERTY, J.A. (Eds.). *Comprehensive Inorganic Chemistry*. Oxford: Pergamon Press, 1987. v. 1, cap. 1.1.

Para saber mais

IHDE, A.J. *The development of modern chemistry*. Nova Iorque: Dover, 1984.

LANGFORD, C.H. e BEEBE, R.A. *The development of chemical principles*. Nova Iorque: Dover, 1995.

LEICESTER, H.M. *The historical background of chemistry*. Nova Iorque: Dover, 1971.

THUILLIER, P. *De Arquimedes a Einstein*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1994.

ROSMORDUC, J. *Uma história da física e da química*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1988.

CHASSOT, A.I. *A ciência através dos tempos*. São Paulo: Editora Moderna, 1997.

VIDAL, B. *História da química*. Trad. A.F. Marques. Lisboa: Edições 70, 1986.

ROBERTS, R.M. *Descobertas acidentais em ciências*. São Paulo, Papyrus, 1995.

Abstract: Werner, Jørgensen and the Role of Intuition in the Evolution of Chemical Knowledge – In this paper, the controversy existing in the end of the 19th century and beginning of last century on the nature and structure of coordination compounds, having Alfred Werner e Sophus Mads Jørgensen as protagonists, is used as theme to promote a discussion on the role of intuition in the construction of chemical knowledge, as well as on the influences that progressive and conservative postures may have on the evolution of this knowledge. This is done based on data related to the life and scientific achievements of these famous chemists.

Keywords: Werner, Jørgensen, intuition, chemical knowledge

Resenha

Introdução a Polímeros

O livro de Mano e Mendes se destina principalmente a estudantes dos ensinos médio e universitário que se deparam pela primeira vez com o estudo de polímeros. Os autores não pretendem dar uma visão detalhada e nem aprofundada do tema, mas, foram capazes de introduzir o assunto de uma forma leve e fácil de ser entendida por um estudante com os conhecimentos mínimos de química orgânica e ligação química. O livro possui uma introdução sobre nomenclatura, classificação e estrutura de polímeros, discutindo ainda a relação entre a estrutura química dos monômeros e as propriedades dos polímeros. No capítulo sobre a avaliação das propriedades dos polímeros os autores descrevem os ensaios mais frequentemente usados, mas perdem a oportunidade de chamar a atenção do leitor para as normas usadas pelas empresas para avaliar os artefatos poliméricos (ABNT,

ASTM, DIN, etc.). O capítulo sobre processamento é bem abrangente e informativo. Talvez o mais importante e interessante do livro sejam as tabelas, ou quadros, que mostram para cada polímero: as propriedades, o modo de preparação, os nomes comerciais e os principais produtores brasileiros. De um modo geral, podemos recomendar este livro para o professor de ensino médio e para os estudantes dos ensinos médio e universitário que queiram se iniciar neste tema.

Abaixo listamos alguns sites na internet em português de interesse para a área de polímeros:

1. Plastivida: <http://www.plastivida.org.br/>
2. AbPol (Asso-



ciação Brasileira de Polímeros):

www.abpol.com.br

3. Abepet (Associação Brasileira do Fabricantes de Embalagens de PET):

www.abepet.org.br

4. Instituto Nacional do Plástico:

www.inp.com.br

5. Instituto do PVC:

www.institutodopvc.org.br

6. Abiplast (Associação Brasileira da Indústria do Plástico):

www.abiplast.com.br

7. Instituto Nacional do Plástico:

www.inp.com.br

(Marco-A. De Paoli - Instituto de Química, UNICAMP)

Introdução a polímeros. E.B. Mano e L.C. Mendes, 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.