

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação defendida por **RONALDO TEIXEIRA PELEGRINI** e aprovada pela Comissão julgadora em: Joazeiro

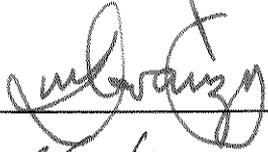
Data: 15/03/95

Assinatura: [Assinatura]

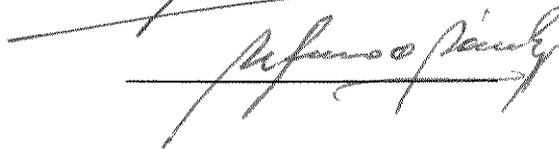
Dissertação apresentada como exigência parcial para obtenção do Título de MESTRE EM EDUCAÇÃO na Área de Concentração de Metodologia de Ensino à Comissão Julgadora da Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, sob a orientação do Prof.Dr. **Silvio Sanches Gamboa.**

Comissão Julgadora:

28







AGRADECIMENTOS

Aos companheiros de trabalho: **Eris Antônio Oliveira, Luiz de Gonzaga Vieira, José Ruy Ribeiro**, que tantas horas de trabalho dedicaram para que eu pudesse ser dispensado de minhas funções e dedicar ao mestrado.

Ao **CNPq** que, com as bolsas tornou possível a realização destes estudos.

Às pessoas que, sem saber sobre este trabalho, para o mesmo contribuíram com sua reflexão.

Ao professor **Silvio Gamboa** que, amigo e orientador, deixou correr livre o diálogo, e proporcionou-me estímulos e uma orientação teórica muito competente.

Ao professor e amigo **Eduardo Freyre** que, com muito empenho contribuiu com esta dissertação dispensando-me horas de orientação.

Ao pessoal da Secretaria da Pós-graduação: **Ana, Marina, Nadir, Claudinha, Gisele, Carmô** e outros que sempre nos atenderam com carinho e dedicação. Recebam todos meus sinceros agradecimentos.

DEDICATÓRIA

Às minhas filhas **Fernanda Pelegrini** e **Amanda Pelegrini**, razão maior de meu empenho, dedico este trabalho como mais um degrau da vida que conquistamos juntos.

À minha esposa **Maria José Pelegrini** que, com muitas e longas conversas, tanto me ajudou nesta caminhada carregada de alegria e de momentos de insatisfação teórica.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS

DEDICATÓRIA

RESUMO

INTRODUÇÃO.....1/6

CAPÍTULO 1. AÇÃO, INTERAÇÃO E INTELECTO.....7/29

1.1. A atividade instrumental e o desenvolvimento
do pensamento e da consciência dos homens....10/21

1.2 - A natureza psico-instrumental dos signos....22/29

CAPÍTULO 2. A SIMBOLOGIA QUÍMICA.....30/55

2.1 - Introdução ao desenvolvimento dos signos
químicos.....32/47

2.2 - As fórmulas químicas e a mediação semiótica no
processo ensino/aprendizado da Química.....48/55

CAPÍTULO 3. METODOLOGIA DA COLETA DE DADOS.....56/58

CAPÍTULO 4. CONCEPÇÕES E PROPOSIÇÕES.....59/96

4.1- Concepções sobre transformações físicas e
químicas.....60/62

4.2- Concepções sobre partículas da matéria e os modelos estáticos e dinâmicos.....	63/70
4.3- Concepções sobre ligações e interações moleculares.....	71/73
4.4- Concepção sobre as equações químicas.....	74/78
4.5- Concepções sobre solubilidade química.....	79/82
4.6- Concepções sobre força dos ácidos e das bases.....	83/86
4.7- Entrevista com o professor das turmas pesquisadas.....	87/96
CONCLUSÃO.....	97/102
ANEXO.....	103/105
BIBLIOGRAFIA.....	106/107

RESUMO

Os homens, por meio da linguagem, criam relação com o ausente e com o tempo, educando-se e transformando-se em seres culturais. Estas interações que ocorrem no âmbito das relações sociais e com o mundo são relações estritamente humanas que são possibilitadas pelos signos. São portanto mediações semióticas. Graças a essa mediação semiótica é possível a comunicação, como também o conhecimento e o desenvolvimento da consciência.

As fórmulas e as equações químicas são mediadoras do conhecimento químico, e o sucesso do ensino/aprendizado da Química depende da maneira como o professor trabalha essa simbologia.

Como verificamos nesta pesquisa, a maneira de ensinar as fórmulas químicas isoladas do universo e por meio de uma tradução mecânica de um signo para outro limita a mediação semiótica e, por conseguinte, afeta a qualidade do ensino e da aprendizagem da Química.

INTRODUÇÃO

Com muita freqüência, professores de Química queixam-se do péssimo desempenho de seus alunos, da "falta de seqüência dos pensamentos", etc. Os próprios alunos lamentam as dificuldades que encontram para cumprir as tarefas e as obrigações escolares. E nos concursos seletivos, vestibular, por exemplo (situações inevitáveis da vida acadêmica dos alunos), quando se submetem a provas de Química, seus rendimentos ficam muito aquém do desejado.

Aqueles que, direta ou indiretamente, se envolvem no processo de ensino/aprendizagem, que se esforçam para produzir bons resultados, ficam sempre com a triste impressão de que o que se aprende de Química é "descartável" (para ser jogado fora tão logo passe a obrigação da "prova", da "lição", do "concurso"...) ou, no mínimo, é um bem perecível, volátil, que perece ou se evapora com extrema facilidade. Enfim, a Química não parece ser um conhecimento adquirido como bem permanente, para ser melhorado a cada dia que passa.

Descobrir as razões desse insucesso constitui alvo de muito estudo e é muito importante e necessário para o melhoramento do processo de ensino/aprendizagem da Química. Uma das causas que podemos constatar de imediato é que os estudantes têm

criado concepções inadequadas dos conceitos mais fundamentais da Química, causando uma conseqüente interferência na aprendizagem de novos conteúdos. Durante o decorrer do meu trabalho como professor, há quase treze anos, pude observar as dificuldades que os alunos têm para entender e usar corretamente as potencialidades teórico-cognitivas e prático-instrumentais dos conteúdos químicos. Uma dessas dificuldades está associada à compreensão adequada da linguagem da Química pelos estudantes e inclusive pelos professores. Nesse sentido, cheguei à conclusão de que a qualidade da atividade do ensino/aprendizado da Química depende em grande medida da mediação semiótica que acontece nesse processo. Dediquei-me, então, ao estudo da mediação semiótica para tentar compreender melhor tal problemática. Este trabalho de dissertação de mestrado trata precisamente desse importante assunto.

A mediação semiótica é um tipo de relação que acontece entre homens e seu mundo por meio de signos. O "signo" é um objeto (mental ou material) criado pelos homens para indicar a presença de outro objeto ausente. Às vezes estabelecem-se diferenças entre "signo" e "símbolo". Por exemplo, fala-se que um "signo" tem função indicadora ou de referencial e o "símbolo" tem função representadora. Afirma-se também que os signos são estudados pela Semiótica e os símbolos pela Semântica. Neste trabalho examino as fórmulas e equações químicas como signos e símbolos. Considero

que o mais importante é que a linguagem da Química realiza as funções que podem atribuir-se aos signos e aos símbolos.

Para este estudo busquei dois caminhos: o do desenvolvimento histórico dos signos químicos e o enfoque teórico dado à semiologia por Vygotsky, Luria e Leontiev. Segundo esses autores, a forma de hominização deu-se por meio do trabalho coletivo na ação transformadora do meio ambiente, para satisfazer as necessidades básicas dos nossos ancestrais. A interação entre eles, com esse objetivo, proporcionou o desenvolvimento do intelecto humano. Nesse aspecto, busquei localizar algumas descobertas ligadas à evolução do conhecimento químico, vinculado ao processo de desenvolvimento da cultura humana.

Na história dos conhecimentos químicos, algumas descobertas se apresentam como muito importantes. A descoberta dos metais, dos vidros e das tintas são exemplos de algumas dessas descobertas que vieram dar grandes avanços ao desenvolvimento humano. Com o domínio dos metais e o seu uso como instrumento de trabalho, principalmente no cultivo da terra, o homem pôde ampliar a sua mão e intervir na natureza de forma mais efetiva, produzindo mais alimentos. Com a descoberta do vidro, pôde-se produzir a retorta, um instrumento muito antigo usado na produção de remédios extraídos de plantas medicinais. Com as tintas, o homem expressa o

seu interior, principalmente pela arte, uma forma também muito antiga de comunicação.

O fato de o homem "explorar" a natureza, buscando nela bens úteis, bem como procurando transformar esses bens em instrumentos que aprimoram sua intervenção na natureza, traduz, por meio dessa ação, a possibilidade de aprimorar o seu intelecto. A transformação provocada no meio ambiente dá-se de forma externa (no material) e de forma interna (no psicológico), já que uma das formas da manifestação da consciência realiza-se pelo reflexo da realidade. Portanto, ao aprimorar os instrumentos de trabalho, o homem amplia a possibilidade de aprimorar o seu intelecto.

Com a transformação no plano psicológico, ocasionada pela ação do sujeito sobre o meio, surge também a necessidade de criar algo que auxilie sua memória. Os signos, também chamados de instrumentos psicológicos, são elementos capazes de ativar a memória do homem, permitindo-lhe maior controle sobre suas atividades e aprimorando sua relação com o mundo.

Como o que nos interessa neste trabalho é o enfoque das transformações psicológicas relacionadas com a evolução do conhecimento químico, busquei fazer um levantamento histórico do desenvolvimento dos signos químicos, para compreender melhor os caminhos da evolução dessa simbologia, até as representações que

temos hoje: as fórmulas e as equações químicas. Estas desempenham uma função de instrumento mental que têm a capacidade de intermediar o homem e o mundo real e invisível dos átomos, íons e moléculas.

Ao desenvolver estes estudos, pude verificar que os signos químicos cumprem funções semelhantes à da palavra, e um conjunto de signos numa equação química expressa idéias comparadas à de uma frase numa máxima, no aspecto da mediação e da comunicação das idéias, da construção dos conceitos, da organização categorial, da internalização de significados, no movimento de generalização dos conceitos, etc. Assim, focalizo na simbologia química o objeto do meus estudos.

Quando falo de conhecimento químico estou me referindo não só ao saber químico propriamente científico, mas também ao saber químico não científico. Entretanto, darei ênfase aqui ao desenvolvimento da semiótica ou simbologia da ciência química.

Todas essas questões referentes à natureza e evolução histórica da atividade sígnica dos homens e da simbologia química em particular serão tratadas nos primeiros dois capítulos desta dissertação.

O enfoque histórico-lógico do desenvolvimento dos signos químicos dará elementos e dados importantes para entender como deve acontecer a mediação semiótica no campo de ensino da Química.

Os capítulos terceiro e quarto tratam de uma pesquisa qualitativa de campo realizada em uma instituição educacional onde se ensina Química. Esta pesquisa mostrou algumas das dificuldades associadas ao desenvolvimento da mediação semiótica no processo de ensino/aprendizado da Química nesse contexto educacional: duas turmas do primeiro ano do diurno da Escola Técnica de Campinas (ETECAP). A partir daí extraio várias recomendações sobre como garantir nas aulas um processo de mediação semiótica favorável à atividade de ensino/aprendizado da Química.

Em conclusão, para entender e propiciar o desenvolvimento da mediação semiótica adequada ao ensino da Química é preciso conhecer a evolução histórica da semiologia química, as funções dos signos químicos na pesquisa química e no ensino da Química, e também examinar e discutir as dificuldades que, em um contexto educacional dado de ensino da Química, tem o processo de mediação semiótica.

CAPÍTULO 1.

AÇÃO, INTERAÇÃO E INTELECTO

Neste capítulo será analisado o desenvolvimento dos signos e também da mediação semiótica em geral a partir de dois fatores históricos fundamentais: a relação instrumental dos homens com a natureza e o desenvolvimento de suas capacidades psicológicas. Será ressaltada também a idéia dos signos como instrumentos mentais, os quais puseram em destaque suas funções no contexto da cultura.

O homem, forçado pela necessidade de subsistência, é levado a desenvolver instrumentos de trabalho, para produzir o seu próprio meio de vida. Essa necessidade leva-o a adaptar a sua mão à exigência do manejo do novo instrumento que vai facilitar a sua vida. A adaptação a essa nova forma de produção exige também uma adaptação psicológica. E assim, uma ação mediada por um novo instrumento força uma nova ação interna (psicológica). Com a repetição da ação, aos poucos, ela vai sendo internalizada no pensamento, a ponto de não se necessitar de muita reflexão no momento da execução do gesto repetido.

O novo aprendizado é repassado aos mais jovens, que, por sua vez, podem aprimorar a experiência partindo dela e indo além, a uma nova forma mais evoluída. O homem é o único animal capaz de desenvolver a função de elaboração e acumulação de saber. O saber propriamente humano é um saber elaborado, adquirido e transmitido histórico e socialmente, isto é, que não é geneticamente inato. Os símios, ao desenvolverem uma ação utilizando um instrumento, não conseguem adaptar-se a ele; não há nenhuma adaptação psicológica, e essa ação não se torna um aprendizado da operação executada. Ao contrário disso, no homem as operações são incorporadas e elaboradas em seu pensamento, podendo ser transmitidas de geração em geração.

Movido pelas suas necessidades, o homem pode antecipar-se à sua realidade presente. Partindo de outras experiências anteriores, ele pode imaginar um novo instrumento, o qual virá a solucionar uma dificuldade existente. Assim, as necessidades básicas de subsistência aparecem também como motor dos aspectos psicológicos, promovendo a criação ideal e o aprimoramento do intelecto. É nesse sentido que entendo a frase de Timiriázev: "Toda a atividade racional do homem não é senão uma luta, a luta contra a luta pela existência. É um combate para que todas as pessoas na Terra possam satisfazer as suas necessidades, para que não conheçam nem a indigência, nem a fome nem a morte lenta..."(Leontiev, 1978, p.264).

Embora as faculdades superiores (psicomotoras) possam atingir o seu pleno desenvolvimento, devemos ter claro que um ser possuidor de um cérebro desenvolvido só se diferenciara de outros animais se estiver em interaçaõ numa sociedade que desenvolva relaçaõs culturais. A esse respeito Leontiev nos diz: "Podemos dizer que cada indivíduo aprende a ser um homem. O que a natureza lhe dá quando nasce não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana" (Leontiev, 1978, p. 267.)

Com relação a essa citação eu compreendo que o homem, ao nascer, traz em si uma herança genética adquirida através de milhares de anos pela espécie humana: a capacidade de apropriar-se de algo. Assim, apropriando-se das operações motoras que estão incorporadas aos instrumentos de trabalho, e apropriando-se das significações da linguagem, o homem adquire condições de agente de seu destino, promovendo e dando continuidade ao processo de produção cultural.

Em resumo, neste processo de hominização por meio da apropriação do saber elaborado social e culturalmente, o processo de relação semiótica realiza um papel sumamente importante. Neste sentido pode-se afirmar que a atividade educacional tem, sem dúvida, uma conotação semiótica.

1.1. A atividade instrumental e o desenvolvimento do pensamento e da consciência dos homens.

Na atividade de criar o seu meio de vida, o homem é obrigado a cumprir novas funções, cada vez mais complexas, exigindo um constante aprimoramento de suas ferramentas e de suas habilidades psíquicas e motoras. As ferramentas, também chamadas de instrumentos de trabalho, são objetos produzidos com elementos da natureza, estão interpostas entre o homem e o objeto de seu trabalho. O instrumento é criado para uma finalidade determinada e, portanto, traz em si a função para a qual foi criado e o seu modo de utilização é, pois, um produto do processo de desenvolvimento cultural de uma dada sociedade. É um objeto de mediação da intervenção do homem na natureza que amplia as possibilidades de adaptação e transformação.

A atividade de produção de conhecimentos químicos tem uma participação muito grande no desenvolvimento dos instrumentos de trabalho. Foi principalmente com a descoberta dos metais que o homem aprimorou sua relação com a natureza. O domínio do ferro, por exemplo, e o seu uso como instrumento vieram proporcionar o desenvolvimento de novas formas de produção. Com a descoberta do aço (1500 a.c) aprimoraram-se as técnicas de produção

siderúrgica, criando-se novos instrumentos e, conseqüentemente, alteraram-se as formas de interação do homem com a natureza.

A produção científica dos conhecimentos químicos desenvolveu-se em grande medida pelas necessidades de aproveitar mais as potencialidades produtivas na natureza, dos instrumentos de trabalhos já elaborados e também para o desenvolvimento das capacidades instrumentais. Não se pode esquecer que as ciências surgiram não só pelas necessidade de produção de conhecimentos qualitativamente superiores, mas, também, pela necessidade de conservação e de transmissão social mais efetiva do saber adquirido.

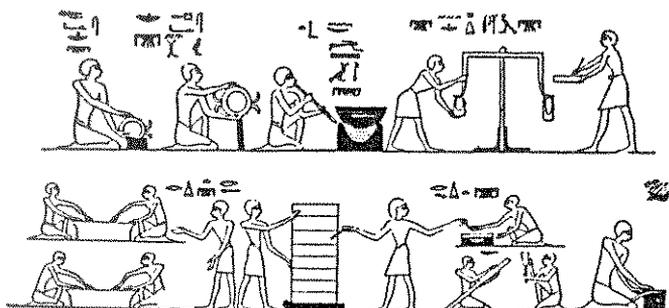


FIG. 11.—EGYPTIAN GOLDSMITHS WASHING, MELTING AND WEIGHING GOLD.
BENI HASAN, 1900 B.C.

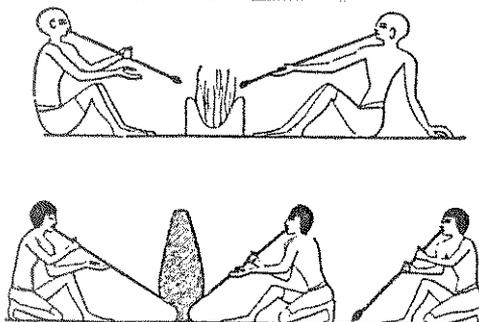


FIG. 10.—EGYPTIAN METAL WORKING.
Upper: BLOWING THE FIRE WITH CLAY-TIPPED REED BLOWPIPES; BENI HASAN, 1900 B.C. *Lower*: FASHIONING A COPPER VASE; THEBES, ABOUT 1350 B.C.

Com o desenvolvimento dos instrumentos de trabalho e, portanto, das atividades produtivas, alteram-se também as relações dos homens com o meio ambiente, dos homens com os outros homens e dos homens consigo mesmos. Nesse contexto acontece também o desenvolvimento e as mudanças do pensamento e da consciência dos homens. Este capítulo estuda esta questão intrapessoal (psicológica) provocada pelas mudanças na forma de os homens relacionarem-se com a natureza. O desenvolvimento da mediação semiótica acontece diretamente nos marcos da evolução do pensamento e da consciência dos homens.

3-

Para compreender melhor algumas questões que envolvem a problemática do uso dos instrumentos de trabalho, parti de alguns pressupostos da teoria marxista da história do homem, da sociedade, da cultura, e do pensamento humano. Segundo esse referencial metodológico as formas de hominização deram-se por meio do trabalho de transformação da natureza diante das necessidades de sua subsistência e da atividade coletiva que os nossos ancestrais desenvolveram.

Foi precisamente sob ação do trabalho que formas psíquicas superiores se desenvolveram. O ponto de partida desse processo deu-se no momento em que a "espécie superior" começou a utilizar objetos da natureza para satisfazer uma ou outra necessidade de seu organismo. Reflexos condicionados desenvolveram-

se e aperfeiçoaram-se a partir dessas atividades, mediadas por instrumentos. E com a elaboração desses reflexos, apareceu o hábito de utilizar os objetos da natureza como ferramentas. Esse hábito conduziu a mudanças fundamentais no comportamento desses antepassados, que, em certo estágio, começa a criar suas próprias ferramentas, o que condicionou a transformação progressiva dos reflexos em atividade consciente, desenvolvendo, assim, as formas superiores de pensamento.

Atualmente, podemos observar tentativas de transformar objetos em ferramentas mesmo entre os macacos. No entanto é preciso saber se realmente os macacos realizam atividade instrumental. Este assunto é tratado na seguinte citação: "Sobre essa capacidade observada nos chimpanzés, Vygotsky considera que sua natureza é diferente da dos instrumentos humanos. Segundo ele, os animais não produzem deliberadamente seus instrumentos com objetivos específicos, não guardam para uso futuro e nem preservam sua função como conquista a ser transmitida a outros membros do grupo social. Os macacos não estabelecem relações com o meio num processo histórico como faz o homem, e suas atividades práticas são desprovidas de pensamento prévio, não tendo capacidade de imaginar nem de traçar objetivos para o uso de seus instrumentos". (Kohl, 1993, p. 29). Deste ponto de vista, pode-se dizer que o homem é o único ser que cria e usa instrumentos, e transmite a seus descendentes a maneira de como utilizá-los.

Não há dúvida de que a capacidade de pensamento está ligada a certos processos de desenvolvimento do cérebro (o que não se observa nos macacos). Também não há dúvida de que um cérebro desenvolvido por si só não é capaz de promover o pensamento. Para que isso ocorra, o ser possuidor de um cérebro desenvolvido deve necessariamente estar incluído em um sistema de relações sociais e agir em comum com outros membros do grupo. Assim, o pensamento é gerado num processo de interação entre os diversos componentes do grupo nas suas atividades coletivas. "O psiquismo do homem, escreve sobre isso o psicólogo soviético A. Léontiev, é uma função das estruturas* cerebrais superiores, que se formam de maneira ontogênica no processo de assimilação das formas historicamente constituídas da atividade em relação ao mundo ambiente". (Kopnin, 1978, p. 90)

Sendo desenvolvido nas inter-relações sociais, o pensamento não é uma manifestação fisiológica do cérebro, e sim um reflexo ideal da realidade. Entretanto, o pensamento não está desvinculado de algumas formações estruturais do cérebro, mas seu desenvolvimento dependerá das formas de interações dos homens entre os homens e destes com a natureza, pelas atividades práticas desempenhadas por eles com o uso de seus instrumentos técnicos.

Resumindo: o desenvolvimento do pensamento humano depende não só das disposições naturais (biológicas), mas também,

e fundamentalmente, das interações sociais historicamente concretas.

Sendo uma propriedade da interação que o homem faz a partir do trabalho e das relações sociais no decorrer da produção dos meios para a vida, o pensamento representa a forma mais elevada do reflexo psíquico da realidade. E sendo uma imagem particular desta, o pensamento existe igualmente na realidade, mas não na qualidade de realidade objetiva, e sim sob a forma de imagens dessa realidade, desprovida de formas que o caracterizem, existindo somente de forma ideal. "Na relação com a realidade objetiva, os fenômenos psíquicos manifestam-se como uma imagem desta. E é precisamente essa relação da imagem com o objeto, da idéia com a coisa que está ligada à característica dos fenômenos psíquicos como ideais". (Kopnin, 1978, p.96)

Mas isto não deve ser confundido com: a idealidade do pensamento é a imagem pela qual se reproduz a realidade ambiente. Não. A realidade ambiente reproduz-se no pensamento por imagens ideais da realidade, embora o pensamento não reproduza somente a realidade presente ou a passada. Diante da compreensão do que produz e como produz, o homem tem condições de se orientar para além da realidade ambiente e de se projetar adiante dela. Apoiando-se em sua realidade ambiente e valendo-se de sua capacidade imaginativa, o homem pode prever o futuro imaginando o que ainda

não existe, mas que deve existir em decorrência dessa ou daquela modificação da realidade que o rodeia, podendo, portanto, controlar o seu comportamento em função dos reflexos antecipados da realidade. Essa atividade racional do homem, esse poder de ir e vir na história, é que constitui a função essencial da consciência, e é aí que está a base da atividade criadora do sujeito, manifestada na forma de modelo ideal no processo da criação.

Todavia, a consciência não se manifesta só por meio dos reflexos antecipados da realidade, na fixação de objetivos ou na criação de imagens ideais do que deve resultar das ações presentes, mas também se manifesta na atividade do trabalho, criando a compreensão dos atos executados. Sem esse plano preciso indicando os caminhos da transformação da realidade, a atividade prática é impossível. Assim, a consciência é um aspecto necessário à atividade produtiva e se desenvolve ao mesmo tempo em que o homem desenvolve as ações práticas, transformando uma possibilidade dada da matéria em realidade. O que só é possível mediado pela imagem ideal a partir da realidade material, pela linguagem, e pelo uso consciente de instrumentos.

Embora sendo reflexo da atividade transformadora do homem na orientação e ação de seu trabalho e na orientação da atividade produtiva, a consciência não se confunde com essa atividade. Ela é por natureza ideal, um reflexo da realidade

existente, por um sistema de imagens ideais refletidas dessa realidade. Ao contrário disso, os processos de produção da vida material é exterior ao homem, na sua relação com a natureza; é um ato que o homem assimila a matéria dando-lhe uma forma útil para a sua vida. A consciência não é o processo real da criação das coisas materiais, mas manifesta-se como modelo ideal do processo de criação, aparece como fator controlador desse processo, confrontando constantemente o modelo ideal com atos transformadores do sujeito.

Portanto, a consciência não se reduz às propriedades do reflexo da realidade. Ela é capaz de se movimentar para além da realidade ambiente, para o futuro. Entender a consciência sem essa flexibilidade é suprimir sua essência qualitativa, eliminando, assim, o aspecto criador do sujeito. Por outro lado, eliminando-se da consciência o reflexo da realidade, ela perderá sua propriedade fundamental, que condiciona a possibilidade de existência de outras propriedades. "O sujeito não compreende o que se passa ao seu redor a não ser por meio do reflexo, por meio da utilização da informação obtida dessa maneira. A fixação de meta como função determinada da consciência apóia-se sobre as informações das quais o homem dispõe da realidade ambiente, em última análise, sobre o reflexo das necessidades do sujeito". (Kopnin, 1978, p.106)

Mas a consciência manifesta-se também de outras formas, como, por exemplo, sob a forma de emoções, de aspirações, de estado de espírito, de sentimentos.



FIG. 8.—MINOAN GOLD CUP.
ABOUT 1500 B.C.

Assim, quando o homem antigo aprendeu a usar o metal e o transformou em um bem útil para ele (por exemplo, uma jarra d'água) essa transformação deu-se de forma externa (no metal), de forma interna (no psíquico), e também de forma social, em (Partington, 1951, p:5) torno do objeto, por meio da observação e admiração de outros homens. Dessa forma, a transformação material toca o interior do homem que executa a ação, e toca os outros homens, os quais se relacionam com o primeiro. O sentimento despertado diante de uma obra reflete, em particular, a importância que ela tem para o observador.

A obra de um homem aprimora os sentidos não só dele, mas de outros homens, e, portanto, aprimora as relações entre eles, e isto só é possível pelo trabalho. Assim, com todos os avanços que o homem antigo fez no domínio dos metais, dos vidros e das tintas, ele deixou retratado em sua arte toda sua transformação interior, e seu sentimento pôde ser comunicado a outros homens, centenas de anos mais tarde. Essa comunicação do homem que se dá durante os tempos, e através deles, são formas humanas de relação, que se aprimoraram na ação de transformar a natureza.

Mas a comunicação nesse plano das emoções, dos sentimentos, é apenas uma das possibilidades da manifestação da consciência e do desenvolvimento das relações sociais. A consciência manifesta-se principalmente no plano das necessidades básicas de sobrevivência, das necessidades de superação das formas de intervenção na natureza, na evolução dos próprios instrumentos de trabalho, na superação de formas antigas de produção. Poder-se-ia dizer que, ao promover as transformações, o homem transforma também seus instrumentos de trabalho, o que lhe permite fazer novas transformações, aprimorando, assim, seus sentimentos e sua relação com o mundo.

O domínio do ferro, por exemplo, e o seu uso como instrumento, vieram proporcionar o desenvolvimento de novas formas de produção de cerâmica, de vidros, possibilitando também o desenvolvimento de aço. Quando a Mesopotâmia (1500 a.c.) desenvolveu o aço (uma liga metálica muito dura e muito resistente ao calor), aprimorou-se também sua produção siderúrgica, o que, naturalmente, levou essa nação a uma supremacia militar, pois a espada de aço podia quebrar a espada de bronze. Tal fato deve ter alterado a relação da Mesopotâmia com as outras nações.

Partindo das antigas informações sobre a produção do vidro, que era usado como esmalte em cerâmica, vasos e enfeites, os egípcios desenvolveram um tipo de vidro incolor, cuja produção era

voltada à exportação, o que desenvolveu as relações dos egípcios com outros povos. O vidro incolor, mais tarde, passou a ser usado para produzir a retorta, um instrumento antigo que permitia aos alquimista extrair extrato de plantas medicinais para combater as enfermidades.

Esses dois exemplos demonstram que o desenvolvimento dos instrumentos de trabalho responde às necessidades de realização dos pensamentos humanos no contexto de determinadas relações sociais. Por outro lado, as disponibilidades e potencialidades dos instrumentos de trabalho influenciam a formação dos ideais dos homens e povos. Por exemplo, um estado pode ter intenções de dominar outro estado, entretanto, seu desenvolvimento em matéria militar é inferior. Esse fato pode mudar, sem dúvida, as expectativas de domínio desse estado, até o ponto, inclusive, de declinar a realização dessa vontade de dominação.

Concluindo esses estudos da interação do homem com a natureza, tivemos a oportunidade de analisar diversos fenômenos provocados por essa ação. O que nos interessa neste trabalho é analisar essas transformações num plano interno (psicológico) gerado pela ação do sujeito sobre a realidade ambiente. Com a criação de novas formas de transformação da natureza o homem transforma também o seu interior, por intermédio dos reflexos da realidade e pela interação com outros homens em suas atividades

coletivas. O desenvolvimento do pensamento a partir da realidade material e da interação do homem com o outro homem é um assunto ao qual dedico ao próximo item (1.2), na tentativa de fazer uma pequena explanação sobre o tema, sempre com a preocupação de direcionar a discussão para o enfoque da educação química.

1.2 - A natureza psico-instrumental dos signos.

Os signos, também chamados de instrumentos psicológicos, são elementos que expressam uma idéia, ou representam objetos, imagens ou acontecimentos. Os sistemas de signos podem ser: a linguagem, a escrita, os numerais, os monumentos, as fórmulas químicas, etc. Os signos são marcas construídas pelo homem com a finalidade de lembrá-lo de algo, podendo também criar-lhe a memória. Por isso, podemos dizer que os signos são objetos exteriores aos homens, construídos por eles e voltados para o seu interior. O fato de o signo criar a memória no homem tem mudado seu comportamento no decorrer da história, permitindo-lhe um maior controle das próprias atividades e aprimorando sua relação com o mundo. As atividades controladas por signos podem ser consideradas como formas verdadeiramente humanas de comportamento.

Marta Kohl (1993, p.30), em seu livro VYGOTSKY, citando-o, tece o seguinte comentário: "A invenção e o uso de signo como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.), é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho". Os instrumentos, porém, são elementos externos ao indivíduo, voltados para fora dele; sua função é provocar mudanças

nos objetos, controlar processos da natureza. Os signos, por sua vez, também chamados por Vygotsky de "instrumentos psicológicos", são orientados para o próprio sujeito, para dentro do indivíduo; dirigem-se ao controle de ações psicológicas, seja do próprio indivíduo, seja de outras pessoas. São ferramentas que auxiliam nos processos psicológicos e não nas ações concretas, como os instrumentos".

Devemos entender bem essa afirmação para não incorreremos numa interpretação errada de Vygotsky. No item (1.1), enfoquei a importância da fixação de objetivos na execução das ações concretas desempenhadas pelos homens, sem os quais a atividade prática não seria possível. E assim, a linguagem, por meio do pensamento, aparece como orientadora do processo produtivo, controlando o processo criativo e os atos do sujeito. Entretanto, a linguagem pode não estar presente em tarefas repetitivas. A esse respeito Vygotsky (1991, p.41) diz: "Esquemáticamente, podemos imaginar o pensamento e a fala como dois círculos que se cruzam. Nas partes que coincidem, o pensamento e a fala se unem para produzir o que se chama de pensamento verbal. O pensamento verbal, entretanto, não abrange de modo algum todas as formas de pensamento ou de fala. Há uma vasta área do pensamento que não mantém relação direta com a fala. O pensamento manifestado no uso de instrumentos pertence a essa área, da mesma forma que o intelecto prático em geral".

Vygotsky tem razão quando considera que as ações que se repetem com frequência são automáticas e "inconscientemente" efetuadas pelos homens. Mas isso não quer absolutamente dizer que eles não tenham consciência da situação na qual eles se encontram. Por mais automáticas que possam ser suas ações, os homens não podem deixar de estar conscientes do que fazem, do que produzem na realidade ambiente. Os homens jamais perdem a compreensão do que se passa ao seu redor. Um exemplo: tomamos o caminho do trabalho para nossa casa na companhia de um amigo. Podemos conversar todo o tempo e dirigir o carro pelo caminho correto até a nossa casa sem perder a noção de onde estamos e sem ter que pensar (verbalmente) qual marcha colocar.

Mas não precisamos traçar os objetivos para executar as ações? Sim, mas não a cada ação repetida. Seria preciso um operário na fábrica lembrar de seus objetivos a cada parafuso produzido? Não, esses objetivos já foram internalizados. Seria preciso que esse operário lembrasse de cada passo do processo da produção de um parafuso? Não, porque essa operação já foi internalizada. Assim, todo o pensamento verbal só será exigido nas situações novas, auxiliando os processos da aquisição de novos conhecimentos. As operações repetitivas ou automáticas não exigem pensamento verbalizado todo o tempo.

O signo é uma ferramenta criada pelo homem com a finalidade de comunicar ao outro o que está pensando. E por isso mesmo é ele o instrumento usado para comunicar aos mais jovens o que a humanidade sabe. Portanto, o signo é o veículo que leva um novo conhecimento até o pensamento. Quando esse conhecimento passa para a esfera da consciência, o pensamento não necessita mais do signo. No pensamento o conhecimento fica armazenado na forma de idéias e não na forma de um arquivo de palavras. Por exemplo, quando vamos estudar a teoria marxista pela primeira vez, nós entramos em contato com ela por meio da palavra, e/ou da escrita. Quando compreendemos a teoria marxista não precisamos mais daquelas palavras escritas; a idéia já está na nossa cabeça. São essas idéias que orientam o comportamento de um marxista, e quando ele quer expressar o que pensa, recorrerá de novo à linguagem, pois é o veículo que conhece para comunicar o que está pensando.

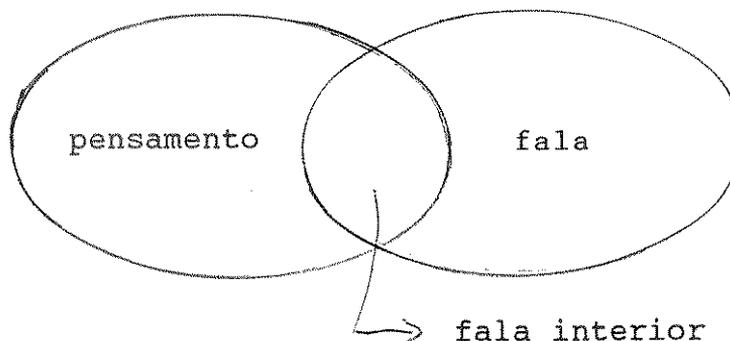
Como se vê, não devemos compreender que o pensamento só se manifesta pela linguagem. Se assim fosse, não poderíamos dirigir e conversar ao mesmo tempo. Ou se, para entendermos a teoria marxista, tivéssemos que decorar as palavras de Marx. Também não seria correto pensar que a linguagem é o instrumento dos instrumentos; se fosse, não existiriam ações automáticas, e um operário teria que dar comando para sua mão a cada movimento que fizesse, e teria que executar uma tarefa de cada vez, já que sua

atenção estaria focada em seus atos. Sua memória seria como a de um robô, que a cada ação emite um comando. O homem perderia, assim, parte de sua criatividade, por que perderia parte do reflexo da realidade objetiva.

No pensamento, a idéia está sujeita a modificações, seja porque é checada todo o tempo com os reflexos da realidade, seja por confronto com outras idéias e por meio de sua constatação na realidade. A idéia do sujeito pode evoluir ou pode ser jogada para esfera do inconsciente, se for comprovada sua inverossimilhança. É dessa forma que entendo quando Vygotsky diz que, diferentemente dos instrumentos que modificam o objeto do trabalho humano, o signo não modifica em nada o objeto da operação psicológica, ou seja, não é o signo que promove as modificações das idéias do sujeito, mas são as novas idéias que os signos conduzem até o pensamento, (pelo confronto com as idéias já existentes e pelo reflexo da realidade objetiva) que se alteram as antigas idéias do sujeito. O signo conduz a idéia, mas o catalisador da transformação ideal é o reflexo das interações que o sujeito faz na sua realidade ambiente. Segundo Vygotsky, essa é a principal razão que diferencia o instrumento do signo.

Entretanto é por intermédio dos signos que se desenvolve o pensamento. A fala interior, ou pensamento verbal

(como é chamada por Vygotsky) é uma interseção positiva do pensamento e de fala.



Essa fala interior é condensada de significados ^{construídos} pelo homem ao longo de sua história. É a migração desses significados para a região do pensamento que vai promover um salto qualitativo no desenvolvimento humano. É por essa interseção que uma nova idéia chega até o pensamento, aprimorando, assim, o intelecto do sujeito. Vygotsky, em seus trabalhos, mostra que nos chimpanzés há um pensamento bastante desenvolvido e uma fala bastante evoluída. Só que a fala e o pensamento não se cruzam, e por isso não há desenvolvimento entre os antropóides.

A esse respeito Vygotsky diz:

1. O pensamento e a fala têm raízes genéticas diferentes.
2. As duas funções se desenvolvem ao longo de trajetórias diferentes e independentes.

3. Não há qualquer relação clara e constante entre elas

4. Os antropóides apresentam um intelecto um tanto parecido com o do homem, em certos aspectos (o uso embrionário de instrumentos), e uma linguagem bastante semelhante à do homem, em aspectos totalmente diferentes (o aspecto fonético da sua fala, sua função de descarga emocional, o início de uma função social).

5. A estreita correspondência entre o pensamento e a fala, característica do homem, não existe nos antropóides. (Vygotsky, 1991, p.6)

Esta capacidade, encontrada só nos homens, de criar formas capazes de desenvolver o seu intelecto, torna o uso do signo um instrumento valiosíssimo no repasse de novos conhecimentos.

Concluindo este primeiro capítulo da dissertação passamos a destacar as idéias fundamentais:

.Para compreender a natureza, a evolução dos signos e a mediação semiótica é preciso entender a atividade sígnica dos homens em relação à evolução de sua atividade instrumental.

.Essa relação desenvolve-se no contexto das relações sociais e culturais historicamente determinadas. A mediação semiótica depende também do desenvolvimento dessas relações.

.O desenvolvimento dos instrumentos de trabalho foi um fato histórico fundamental para o desenvolvimento das capacidades psicológicas (mentais) dos homens e para a realização de seus pensamentos, sentimentos e ideais.

.No contexto do desenvolvimento do pensamento e da consciência dos homens desenvolveu-se a mediação semiótica. Ela evoluiu das formas inferiores para formas superiores, contribuindo assim ao aperfeiçoamento das capacidades psicológicas e dos instrumentos de trabalho.

.Os signos são instrumentos psicológicos e têm as seguintes funções:

-Identificar os objetos. Os signos funcionam como referentes e representantes das coisas.

-Por meio dos signos os homens realizam operações mentais, pois eles contêm as representações ideais das coisas.

-Nos signos os homens armazenam o saber adquirido. Eles permitem a memorização das idéias.

-Mediante os signos os homens comunicam suas idéias, pensamentos, sentimentos, emoções, experiências e ideais.

-A mediação semiótica tem a função de propiciar a transmissão da herança cultural, a formação e a educação das novas gerações.

CAPÍTULO 2.

A SIMBOLOGIA QUÍMICA

Disciplina como a Química, tem um campo teórico muito abstrato, tem que recorrer aos signos para conseguir penetrar mentalmente no mundo invisível de íons e moléculas. Para compreender as manifestações dos fenômenos químicos, o aprendiz dessa disciplina deve criar modelos mentais para compreender essas transformações. Talvez na Química, mais que em qualquer outra ciência, é fundamental o uso de signos.

As fórmulas e as equações químicas são representações construídas no decorrer do desenvolvimento histórico, e o seu progresso permitiu o desenvolvimento de uma grande parte do corpo teórico da Química. De modo que, sem o desenvolvimento destes signos, não seria possível a compreensão da teoria química, e nem seria possível implementar as principais descobertas que ocorreram nesta área, desde o início do século passado.

No processo de ensino/aprendizagem as fórmulas químicas constituem um instrumento valiosíssimo da comunicação dos

novos conteúdos, permitindo ao professor apresentar aos mais jovens o conjunto de idéias que constituem esta ciência "relativamente nova". O aluno, utilizando-se das fórmulas e valendo-se das explicações de seu professor pode compreender como uma transformação ocorre e até comprová-la no laboratório. Os signos químicos desempenham uma função de instrumento mental, que têm a capacidade de intermediar o homem e o mundo real invisível dos átomos, íons e moléculas, permitindo-lhe compreendê-los e controlá-los.

No entanto, as fórmulas químicas não foram sempre assim, elas passaram por um processo de desenvolvimento até se constituírem signos potentes como são hoje. Aliás, só após a grande revolução teórica promovida por Lavoisier foi-nos proporcionado o surgimento das representações que conhecemos hoje. Para compreender melhor os fenômenos relacionados com a simbologia química, apresento neste segundo capítulo a seguir um pequeno apanhado histórico do desenvolvimento dos signos e algumas reflexões sobre seu caráter e mediação semiótica.

2.1 - Introdução ao desenvolvimento dos signos químicos.

Os fenômenos da natureza, em especial as transformações químicas, sempre impressionaram os homens. No decorrer do tempo o homem compreendeu que o conhecimento das leis químicas dava maior possibilidade para transformar a natureza segundo seus interesses.

Desde a Antigüidade os homens atribuem aos elementos químicos naturais uma grande importância. Por exemplo, os antigos filósofos gregos consideravam que determinadas substâncias químicas eram os fundamentos primeiros e últimos de todas as coisas existentes no universo. Em (640 - 546 a.c.) Tales, considerado o primeiro filósofo grego, supunha que toda coisa era formada por água; Anaximenes (560 - 500 a.c.), por ar; Heráclitos (536 - 470 a.c.), por fogo; Empédocles (490 - 430 a.c.) introduziu a idéia de quatro raízes de coisas: fogo, ar, água e terra, e duas forças: atração e repulsão: uma que ligava e outra que separava. Aristóteles (384 - 322 a.c.) acreditava que o desenvolvimento de toda substância provinha de uma matéria primária, e anunciava que os elementos são as propriedades fundamentais da matéria. Os filósofos atomistas gregos, tais como Leucipo, Demócrito e Epicuro, também lançaram a idéia de que a matéria (e também a alma dos seres

vivos) era constituída de minúsculas partículas indivisíveis: o átomo, e compreendiam que existiam diferentes partículas com comportamentos distintos.

O interesse pelos conhecimentos e a manipulação dos elementos químicos são também muito antigos. Além disso, devemos destacar o interesse pela elaboração de representações ideais dos elementos químicos.

Os gregos foram os primeiros a representarem os elementos químicos por signos. Um velho manuscrito do século X, encontrado na igreja de St. Mark, na Alexandria, trazia a seguinte lista com símbolos usados pelos antigos alquimistas gregos:

<i>Metal</i>		<i>Planet</i>		<i>Symbol</i>	
<i>χρυσος</i>	gold	<i>Ηλιος</i>	Sun		gold
<i>αργυρος</i>	silver	<i>Σεληνη</i>	Moon		silver
<i>μολιβος</i>	lead	<i>Κρονος</i>	Saturn		lead
<i>ηλεκτρος</i>	electrum	<i>Zeus</i>	Jupiter		bronze
<i>σιδηρος</i>	iron	<i>Αρης</i>	Mars		mixed metal
<i>χαλκος</i>	copper	<i>Αφροδιτη</i>	Venus		tin
<i>κασσιτηρος</i>	tin	<i>Ερμης</i>	Mercury		iron

(Partington, 1951, p.22)

Os signos químicos eram representados pelos símbolos dos planetas. O símbolo do sol era dado para o ouro e o da lua para a prata. Poderíamos nos perguntar por que eles não utilizavam só as palavras da língua grega para designar os elementos. Parece que os primeiros signos dados pelos gregos buscavam um maior significado que as

palavras pudessem dar. Afinal de contas, os signos ☼ e ☾ (sol e lua) dizem mais sobre o ouro e a prata que as próprias palavras escritas, pois, algumas de suas propriedades físicas cor e brilho, são facilmente compreendidas por meio dos signos.

Uma lista mais completa que a primeira, também dos antigos gregos, de uma época posterior, apresenta agora alguns símbolos de substâncias. Enquanto os metais eram representados por símbolos dos planetas (sol = ouro; lua = prata; saturno = chumbo; marte = ferro; venus = cobre), os símbolos das substâncias eram apenas uma contração dos seus nomes gregos. (vinegar: *ὄξος*, crucible: *χόανας*, Juice: *χυμός*, salt: *ἄλς*, arsenic: *ἀρσενικόν*), com exceção de água cujo símbolo *www* lembra as ondas mar.

☼ Vinegar	☼ Gold
☾ Ferment	☾ Silver
⊕ Botarion (?flask)	♄ Lead ♄ Lead ore
☁ or ☁ Vapour	♃ Tin (later, Mercury)
⊗ Crucible	♁ Copper
☾* Selenite	♂ Iron
⊗ Juice	♁ Sulphur
↑↑ Stones	♁ Calcined copper
⊗ Salt	♁ Calcined lead
♁ Arsenic	www Water

FIG. 71.—CHEMICAL SYMBOLS IN GREEK MSS.

(Partington, 1951, p.174)

Uma lista publicada em 1609 com alguns dos símbolos modificados com relação à lista anterior apresenta diversas substâncias, inclusive o símbolo do metal mercúrio, que, na época, já era compreendido como elemento químico (antes os gregos pensavam que era uma mistura de prata e ferro). O nome do elemento mercúrio ficou preservado tal qual o nome do planeta.

	Antimony		Mercury
	Arsenic		Salammoniac
	Vinegar		Corrosive sublimate
	Spirit of wine		Saltpetre
	Borax		Alkali
	Calx		Vitriol
	Realgar		Fire
	Soap		Water

—ALCHEMIST'S SYMBOLS; FROM OSWALD CROLL'S
Basilica Chymica, 1609.

Com respeito a nomenclatura antiga, Partington(1951, p.176) diz:

"The early chemical names were purely empirical, and a name frequently had one meaning to the adept and quite another to the ordinary man. The same substance had a variety of names, depending on its mode of preparation. Names were often based on accidental resemblances. Thus butter of antimony was classed along with ordinary butter, and oil of vitriol (sulphuric acid) with olive oil. Such names as liver of sulphur (impure potassium sulphide) and cream of tartar (potassium hydrogen tartrate) arose in this way. Salts were often named after their discoverers, or the places where they were found (Gaubert's salt, Epsom salt).¹

Com a preocupação de tentar compreender a interação entre as substâncias, Albertus Magnus, em 1250, utilizou a palavra afinidade química no sentido de expressar a facilidade ou a

¹ "A nomenclatura química antiga era puramente empírica, e um nome frequentemente tinha um significado para quem trabalhasse com a química e um outro significado para uma pessoa que não tinha essas habilidades. As mesmas substâncias tinham uma variedade de nomes, enquanto outras provinham de seu modo de preparação. Os nomes eram baseados em semelhanças acidentais. Certas substâncias de antimônio, que tinham propriedades viscosas, eram chamadas de manteiga e o ácido sulfúrico era chamado de óleo de oliva. Enxofre de fígado era o nome dado ao sulfeto de potássio; o de creme tártaro, para o tartarato ácido de potássio, etc. Os sais às vezes recebiam o nome do lugar onde era descoberto ou o nome de quem o produziu (sal de Glauber, sal Epsom)" **versão livre**

propriedades químicas. Nela, aparecem também algumas categorias de reagentes, como, por exemplo, os álcalis, os ácidos, sais e substâncias metálicas. Observando as indicações da tabela, os ácidos, por exemplo, têm muita afinidade para reagir com as bases (os álcalis), assim como as substâncias metálicas têm mais afinidade para reagir com os ácidos. Várias outras informações corretas como estas podem ser observadas nessa tabela. A importância dessa organização, observando-se as propriedades químicas, é que os símbolos químicos passam a ter não somente o significado físico com relação à sua cor, origem ou nome de quem o preparou, passando a ter também um significado empírico com relação à reatividade química. Esse é o conceito que mais nos interessa nos estudos que ora empreendemos.

Entretanto, a idéia da afinidade química havia já sido desenvolvida pela teoria do flogisto², (antiga teoria que tentava explicar os fenômenos químicos e imaginava que na combustão estavam presentes corpos metálicos constituintes do combustível, os quais escapavam ao se queimarem, ou eram transformados em outros corpos. Essa teoria afirmava que alguns compostos continham em espírito essencial que era capaz de originar as reações (crença muito antiga nascida da doutrina aristotélica). Embora a teoria do flogisto tivesse avançado e coordenado um grande

² Cf. Burnes, 1974, p.559.

número de fatos, tinha se fundamentado em concepções inadequadas que eram incapazes de explicar outros fatos.

Na metade do século XVIII, o pensamento químico era um tanto confuso. Havia crescido incessantemente o número de fenômenos químicos conhecidos, porém a teoria do flogisto não tinha conseguido acompanhar esses avanços. Os químicos estavam, em geral, convencidos da natureza material dos átomos e de suas propriedades individuais, mas cada qual tentava explicar as ações mediante interpretação própria da teoria do flogisto. O retardamento do progresso da Química impunha a necessidade da criação de uma nova teoria.

Lavoisier, em 1772, iniciou uma série de importantes estudos na tentativa de criar uma nova teoria. Desenvolveu vários experimentos para destruir as antigas hipóteses. Em 1786 foi publicado seu trabalho onde ele ataca a teoria do flogisto. Lavoisier não descobrira nenhum novo composto, nenhuma nova reação. Seu imenso gênio estava em sua capacidade para ver a debilidade existente nas idéias antigas e combinar fatos disponíveis em teoria mais ampla, nova e mais correta que as anteriores.

Lavoisier estava interessado em elaborar uma nova nomenclatura que levasse ordem à ciência. Em 1787, Lavoisier e

outros cientistas, publicaram o livro **Méthode de Nomenclature Chimique**. Essa obra continha os princípios que deveriam ser utilizados para dar nomes aos compostos químicos: "...cada substância deveria ter um nome determinado; os das substâncias simples deveriam expressar, se possível, suas características, e os das substâncias compostas, indicar a composição em função de seus constituintes simples. Assim se propõe o método de nomear os ácidos e as bases segundo seus elementos, e os sais segundo os ácidos e as bases integrantes".

Em 1789, esse grande cientista francês, publica sua maior obra, o livro **Traité élémentaire de chimie**, que é considerada o início da Química Moderna. Nesse livro, o autor descreve os detalhes de sua nova teoria da combinação, propondo o seguinte: "Na química, ao experimentar os diversos corpos naturais, busquei decompô-los até poder examinar em separado as distintas substâncias que entram em sua composição. Partindo desta definição pude elaborar uma tabela de substâncias simples pertencentes a todos os reinos da natureza, as quais podemos considerar como os elementos destes corpos. Admito que se trata de uma lista empírica, sujeita a revisão sempre que se descobrirem fatos novos". (Leicester, 1967, p.175)

	<i>Noms nouveaux.</i>	<i>Noms anciens correspondans.</i>	
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes & qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur. Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.	
	Calorique.....	Air déphlogistiqué. Air empiréal.	
	Oxygène.....	Air vital. Base de l'air vital. Gaz phlogistiqué.	
	Azote.....	Mofete. Base de la mofete. Gaz inflammable.	
	Hydrogène.....	Base du gaz inflammable.	
	Soufre.....	Soufre.	
	Phosphore.....	Phosphore.	
	Carbone.....	Charbon pur.	
	Radical muriatique.	Inconnu.	
	Radical fluorique.	Inconnu.	
<i>Substances simples non métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Radical boracique.	Inconnu.	
	Antimoine.....	Antimoine.	
	Argent.....	Argent.	
	Arsenic.....	Arsenic.	
	Bismuth.....	Bismuth.	
	Cobolt.....	Cobolt.	
	Cuivre.....	Cuivre.	
	Etain.....	Etain.	
	<i>Substances simples métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Fer.....	Fer.
		Manganèse.....	Manganèse.
		Mercure.....	Mercure.
		Molybdène.....	Molybdène.
		Nickel.....	Nickel.
		Or.....	Or.
		Platine.....	Platine.
		Plomb.....	Plomb.
		Tungstène.....	Tungstène.
Zinc.....		Zinc.	
<i>Substances simples salifiables terreuses.</i>	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.	
	Magnésie.....	Magnésie, base du sel d'Épſom.	
	Baryte.....	Barote, terre pesante.	
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.	
	Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.	

LAVOISIER'S LIST OF THE ELEMENTS (1789).

A mudança na nomenclatura química deu-se conforme as exigências da nova teoria. A teoria de Lavoisier estava já completa e existia uma linguagem nova para expressá-la. Um grupo considerável de cientistas aceitou, então, as novas idéias e sua teoria ficou conhecida como a Química Antiflogística ou simplesmente Química Moderna.

A obra *Traité élémentaire de chimie* (1784) é de grande importância para a Química e é comparada aos Princípios de Newton para a Física. Nesse livro, Lavoisier descreveu detalhadamente a base experimental com a qual iria rechaçar a teoria flogística e elaborar sua nova teoria. Como desde o começo do século XVII muitos químicos admitiam implicitamente a idéia da conservação da matéria, Lavoisier estabeleceu tal conceito de modo eficaz e mostrou sua aplicação em Química.

"Ao estudar a fermentação alcoólica do açúcar assinalou que nada se cria nas operações da arte ou da natureza, o que se pode admitir como axioma em toda operação. Seguindo este princípio, pôde-se escrever o que claramente viria a ser a expressão precursora de uma equação química moderna:

bagaço de uva = ácido carbônico + álcool"

(Leicester, 1967, p. 177)

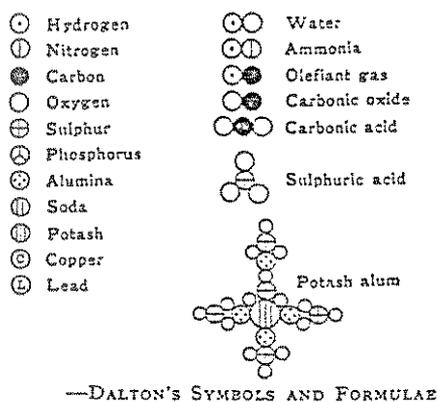
Sobre a importância da obra de Lavoisier, Leicester (1967, p. 177) diz: "No es posible valorar en exceso la importancia del *Traité* para la historia de la química. Su influencia se extendió con rapidez, y en seguida apareció traducido a todos los idiomas importantes a través de numerosas ediciones. Con pocas excepciones (la más notables, la de Priestley) todos los químicos relevantes se convirtieron a las nuevas ideas, y la ciencia química penetró en un siglo de progresos casi increíbles".

Em 8 de março de 1794, Lavoisier foi guilhotinado aos cinquenta anos de idade, em plena produção científica. Não se pode imaginar o que ele poderia ter realizado se não lhe fosse tirada a vida. A real razão de sua execução é que provavelmente seria um posterior inimigo da República. Porém, sua produção foi bastante para outorgar à França uma superioridade no campo da Química que se manteve por muitos anos, e para colocar a ciência em um caminho que permitiu desenvolver suas potencialidades.

No início do século XIX, a teoria da Química Moderna ganhava força e eram evidentes os avanços dessas "novas ciências". Apesar de Lavoisier ter organizado a nomenclatura química e ter criado uma linguagem nova para expressá-la, necessitava-se ainda de aprimorar os signos químicos, pois esses eram escritos de forma ineficiente e antiquada para a época. Pela teoria de Lavoisier rompeu-se de vez com a crença de que a molécula fosse um corpo

único, mas sua representação gráfica (fórmulas) era como se assim fosse.

John Dalton foi quem melhor compreendeu as preocupações de Lavoisier quando dizia que as substâncias simples deveriam, se possível, expressar suas características e as suas substâncias compostas deveriam indicar na sua composição os seus constituintes simples. Em 1808, Dalton apresenta um sistema simbólico contemplando estas preocupações:



(Partington, 1951, p.176)

Essa simbologia veio proporcionar um importante salto no avanço da compreensão química. A base desse sistema simbólico era que cada signo representava um átomo, e a fórmula de um composto era produzida pelo meio dos símbolos dos elementos que estavam

presentes na molécula, mostrando ainda com qual átomo um outro estaria interagindo.

Mas a evolução das fórmulas químicas não pararia nesse modelo. Pouco depois, em 1813, J.J. Berzelius modifica essa forma de representação de Dalton, substituindo os símbolos pelas iniciais dos nomes dos elementos em latim. A quantidade de átomos na molécula era representada de forma condensada por numerais na forma de expoente, conforme os itens 2, 4 e 6 da tabela abaixo. Essa forma de representação perduraria por vários anos até ser alterada para a nomenclatura moderna, item 8.

BERZELIUS'S ATOMIC WEIGHT TABLES

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Element</i>	1814		1818		1826		
O		16		16		16.03	
S	SO ² , SO ³	32.16	SO ² , SO ³	32.19	SO ² , SO ³	32.24	SO ₂ , SO ₃
P	P ² O ³ , P ² O ⁵	26.80	PO ³ , PO ⁵	62.77	P ² O ³ , P ² O ⁵	31.43	P ₂ O ₃ , P ₂ O ₅
Cl		(33.16)		(35.41)	Cl ² O ⁴	35.47	
C	CO, CO ²	11.986	CO, CO ²	12.05	CO, CO ²	12.25	CO, CO ₂
N		(14.36)		(14.05)	N ² O, NO	14.19	N ₂ O, NO
H	H ² O	1.062	H ² O	0.9948	H ² O	1	H ₂ O
As	AsO ³ , AsO ⁵	134.38	AsO ³ , AsO ⁵	150.52	As ² O ³ , As ² O ⁵	75.33	As ₂ O ₃ , As ₂ O ₅
Cr	CrO ³ , CrO ⁶	113.29	CrO ³ , CrO ⁶	112.58	Cr ² O ³ , CrO ²	56.38	Cr ₂ O ₃ , CrO ₃
Si	SiO ²	48.696	SiO ²	47.43	SiO ²	44.44	SiO ₂
Hg	HgO, HgO ²	405.06	HgO, HgO ²	405.06	Hg ² O, HgO	202.86	Hg ₂ O, HgO
Ag	AgO ²	430.107	AgO ²	432.51	AgO	216.6	Ag ₂ O
Cu	CuO, CuO ²	129.03	CuO, CuO ²	126.62	Cu ² O, CuO	63.42	Cu ₂ O, CuO
Bi	BiO ²	283.84	BiO ²	283.81	Bi ² O ³	213.22	Bi ₂ O ₃
Pb	PbO ² , PbO ³	415.58	PbO ² , PbO ³	414.24	PbO, Pb ² O ³	207.46	PbO, Pb ₂ O ₃
Sn	SnO ² , SnO ⁴	235.29	SnO ² , SnO ⁴	235.3	SnO, SnO ²	117.84	SnO, SnO ₂
Fe	FeO ² , Fe ² O ³	110.98	FeO ² , FeO ³	108.55	FeO, Fe ² O ³	54.36	FeO, Fe ₂ O ₃
Zn	ZnO ²	129.03	ZnO ²	129.03	ZnO	64.62	ZnO
Mn	MnO ² , MnO ³	113.85	MnO ² , MnO ³	113.85	MnO, Mn ² O ³	55.43	MnO, Mn ₂ O ₃
Al	AlO ³	54.88	AlO ³	54.77	Al ² O ³	27.43	Al ₂ O ₃
Mg	MgO ²	50.47	MgO ²	50.68	MgO	25.38	MgO
Ca	CaO ²	81.63	CaO ²	81.93	CaO	41.03	CaO
Na	NaO ³	92.69	NaO ²	93.09	NaO	46.62	Na ₂ O
K	KO ²	156.48	KO ²	156.77	KO	78.51	K ₂ O

In this table, columns 2, 4 and 6 give the formulae of the oxides assumed by Berzelius, column 8 the modern formulae of the oxides; columns 3 and 5 give the atomic weights recalculated from Berzelius's values, referred to oxygen = 100, to oxygen = 16; column 7 gives Berzelius's values on his alternative scale of hydrogen = 1.

(Partington, 1951, p.207)

Berzelius ainda nos deu outras contribuições. Na conclusão de suas experiências com corrente elétrica em solução aquosa de várias substâncias utilizou a expressão eletropositividade e eletronegatividade, apresentando em seguida uma tabela de afinidade química:

O, S, N, F, Cl, Br, I, Se, P, As, Cr, Mo, W, B, C, Sb, Te, Ta,
Ti, Si, H ; Au, Os, Ir, Pt, Rh, Pd, Hg, Ag, Cu, U, Bi, Sn, Pb, Cd,
Co, Ni, Fe, Zn, Mn, Ce, Th, Zr, Al, Y, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Li,
Na, K.

(Partington, 1951, p. 200)

Os elementos iam do mais eletronegativo para o mais eletropositivo. Mais tarde, algumas trocas de posição foram feitas na ordem dos elementos, originando a tabela de reatividade usada hoje pelos químicos.

As mudanças teóricas ocorridas durante o desenvolvimento da Química surgiram quando as antigas teorias se esgotaram e não conseguiram dar explicações suficientes e precisas a um determinado número de fenômenos. A teoria de Lavoisier, por exemplo, além de contestar a teoria anterior, provando sua imprecisão, incluiu novos elementos explicativos. A partir daí, pôde-se criar uma revolução na articulação de outros conteúdos químicos. Com isso, surgiu a necessidade de aprimorar as representações simbólicas, e criar uma simbologia que fosse

compatível com a nova teoria. Os símbolos químicos são os mediadores da comunicação dos conhecimentos químicos, e, portanto, a cada novo elemento teórico incluído, criava-se a necessidade de expressá-lo de forma mais clara e mais precisa. Assim, o desenvolvimento deu-se até o sistema simbólico atual.

2.2 - As fórmulas químicas e a mediação semiótica no processo ensino/aprendizado da Química

Um componente fundamental da simbologia da Química é o sistema de fórmulas químicas. Neste item (2.2) vamos examinar a linguagem da Química e seu desenvolvimento por meio de fórmulas. Falarei também sobre essa mediação semiótica no processo do ensino da Química.

O corpo teórico da Química é construído sobre uma linguagem própria criada para representar o universo das transformações químicas. As representações gráficas de um mundo abstrato de átomos, íons e moléculas são símbolos que a todo momento estão presentes no enfoque teórico dessa ciência. Esses símbolos e fórmulas têm permitido aos estudiosos da Química penetrar num universo invisível e interpretá-lo por meio dessas representações. As fórmulas químicas, além de funcionarem como ferramentas do trabalho químico na produção da teoria, cumprem também a função de linguagem da química, permitindo a mediação e a comunicação dos conteúdos.

Na aprendizagem, as fórmulas químicas cumprem um importante papel na apresentação do conhecimento químico, representando um universo de partículas infinitamente pequenas e invisíveis até mesmo pelos mais avançados computadores. Assim, as

fórmulas permitem comunicar algo novo aos estudantes, abrindo possibilidades de compreensão dos fenômenos de um mundo microscópico, o qual, sem essas representações, ficaria muito difícil de entender.

Utilizando os símbolos químicos como instrumentos, um aluno pode entender uma reação química escrita na lousa pelo professor. Observando as fórmulas e valendo-se das explicações do mestre, ele pode compreender como uma transformação ocorre e até comprová-la no laboratório. No primeiro momento da criação do conhecimento, o aluno iniciante nos estudos da Química só conseguirá pensar numa reação recorrendo às fórmulas escritas. É quando a simbologia tem mais função de instrumento mental, pois sem as fórmulas o aprendiz não será capaz de penetrar no universo microscópico da Química. Portanto, as fórmulas químicas são veículos que têm a capacidade de levar um novo conhecimento até o pensamento do aprendiz, criando nele a possibilidade de manifestar a consciência dos fenômenos naturais ligados à Química. Sem a ação dos signos isso não seria possível, pois é por meio dos significados da linguagem que o estudante vai criar a compreensão dos fatos, num movimento dos significados exteriores (culturais) para o seu interior (o ser cultural).

O professor, ao escrever uma fórmula na lousa, faz o movimento inverso. Como já tem uma razoável consciência dos

fenômenos químicos, vale-se das fórmulas químicas como instrumento de comunicação do que está pensando. No seu pensamento, a teoria química está presente sob a forma de idéias, e ele utiliza as fórmulas químicas para comunicar o que está pensando no momento da aula. Quando o professor escreve uma fórmula na lousa, já a tinha imaginado na sua mente, sem ter que recorrer às representações escritas. Portanto, o movimento das idéias é do seu interior para o exterior, pela mediação simbólica.

O aluno não tem tal flexibilidade, pois ele ainda não criou na mente a compreensão dos fatos químicos de forma tão abrangente. É natural que fique muito preso à simbologia até que crie uma memória mais consistente sobre o assunto, o que lhe permitirá libertar-se da presença física dos símbolos e trabalhar só com o seu significado.

Um professor de Química pode elaborar um problema usando fórmulas químicas sem ter que escrevê-las, pois ele já internalizou os seus significados e não lhe é mais necessário recorrer aos signos escritos para pensar numa ou noutra reação. Ele pode fazer isso valendo-se das idéias, podendo mesmo prever, sem ir ao laboratório, se tal ou tais reações ocorrem. Ele faz isso no pensamento, podendo analisar, propor, modificar, discriminar fórmulas sem ter que escrevê-las, trabalhando só com o seu conceito.

Mas é importante ter claro que o conjunto de idéias que permitem ao homem tráfegar por um sistema de signos, realizando um processo de reflexão sobre determinado fenômeno do mundo real, são conhecimentos historicamente construídos. Assim, quando eu penso hoje na substância ácido sulfúrico e a represento para os meus alunos pela fórmula H_2SO_4 , está presente nessa representação o processo histórico pelo qual passou o desenvolvimento dos signos, como também está presente o processo de desenvolvimento do seu significado. É claro que o conceito que temos hoje do ácido sulfúrico não é o mesmo que vigorava em 1950, ou em 1920, ou no início do século passado. Esse conceito evoluiu junto com a evolução da ciência e da tecnologia. O ácido sulfúrico é uma das substâncias mais utilizadas na indústria e o seu conceito tem que passar também pela importância de seu uso.

Um outro fator importante e que merece nossa observação é o fato de o sistema de signos ter na sua própria raiz histórica a função de garantir uma comunicação básica entre as pessoas. A necessidade de utilizar signos mais compreensíveis e que traduzissem uma idéia de forma mais precisa e mais clara levou Berzelius a propor uma troca no sistema de Dalton para uma outra simbolização que utilizasse letras latinas. O que seria mais óbvio, já que os países que detinham a hegemonia do conhecimento químico, como a França, a Inglaterra, a Alemanha, utilizavam o alfabeto latino em suas linguagens, e, portanto, essa nova simbologia

garantiria um fluxo muito mais rápido das informações.

As fórmulas químicas, além de garantirem a comunicação, também desempenham outra função igualmente importante: a de proporcionar um pensamento generalizante, organizando um conjunto de idéias em diversas categorias. E é por meio das categorias que o homem é capaz de compreender a natureza das transformações químicas. Assim, ao denominar a fórmula H_2SO_4 de ácido sulfúrico, eu a estou classificando na categoria dos ácidos, os quais possuem comportamentos funcionais semelhantes. Posso, então, dizer que todos os "ácidos" reagem com "bases" formando "sal" e "água". Apesar de o ácido sulfúrico ter propriedades diferentes das do ácido clorídrico, por exemplo, eles têm semelhanças que permitem classificá-los numa mesma categoria: a dos ácidos.

Esse agrupamento funcional dos signos químicos é o que proporciona aos estudiosos da Química a compreensão das transformações, porque é aí que se localiza o núcleo reativo da molécula. Portanto, essa é a parte essencial da fórmula e é dela que vai desenvolver-se o conceito. Essa organização categorial, permitida pelas fórmulas químicas, é o que garante ao professor iniciar seus ensinamentos. A compreensão desses ensinamentos, entretanto, dependerá do significado que cada conteúdo tiver para o aluno. Não é possível ao professor "transmitir" o seu conceito

para o aprendiz, já que suas histórias são diferentes, e o sentido que um conceito tem para um não é o mesmo para o outro. Mas, há um núcleo nos signos que o professor pode ensinar, e é o que garante a comunicação entre o professor e o aluno.

Todavia, esses ensinamentos serão infrutíferos para os alunos que não se encontram num nível de desenvolvimento suficiente para entendê-los, como também serão infrutíferos para aqueles alunos que já aprenderam tal conteúdo. Assim, o conhecimento do nível do desenvolvimento do aluno é um passo fundamental para um bom aprendizado. Vygotsky (1991, p.89), estudando a interação entre aprendizado e desenvolvimento, argumenta que um passo muito importante é voltar os ensinamentos para além do desenvolvimento já adquirido pelo aprendiz, sem perder de vista os seus horizontes. É nesse momento que a atuação do professor aparece como revolucionária, provocando avanços que não ocorreriam sem a participação do mestre. Entretanto, essa atuação do professor não pode ser confundida como uma pedagogia diretiva e autoritária. O envolvimento educacional não é um processo de absorção passiva. O conhecimento não é algo pronto e acabado que o aluno vai à escola para obter, mas sim um processo de construção, em que a relação professor/aluno constitui o eixo central do processo.

Essa relação fundamental (professor/aluno) dá-se por uma mediação fundamental: o signo. No caso dos ensinamentos da Química, são os signos químicos os mediadores da comunicação desse conteúdo. As fórmulas químicas são criadoras e emissoras de mensagens, e por isso mesmo são elas instrumentos da comunicação dos conhecimentos químicos. Assim, a compreensão dos conceitos da simbologia química é fundamental para o aprendizado dessa ciência. Sem isso, a comunicação estará rompida e o aprendizado comprometido, pois toda a ação dos signos (analisada neste capítulo) fica reduzida a quase nada. A partir desse ponto de vista é que focalizo na simbologia química o objeto de minha pesquisa. O entendimento que o aluno tem das fórmulas químicas, depois de um processo de aprendizagem é o que pretendo analisar no capítulo que se segue.

Concluindo, vamos destacar as idéias fundamentais deste segundo capítulo dedicado à natureza e funções da simbologia química:

- O interesse dos homens por conhecer, representar (por meio de signos) e manipular os elementos químicos é muito antigo e tem uma longa história.

- A nomenclatura química passou por um processo de evolução e transformação. Os signos adquiriram na história dos

conhecimentos químicos diferentes significados.

- O desenvolvimento da simbologia química proporcionou um importante salto no avanço da compreensão dos elementos e conhecimentos químicos.

- O desenvolvimento do sistema de fórmulas químicas contribui grandemente para o melhoramento do processo ensino/aprendizado da Química.

CAPITULO 3

METODOLOGIA DA COLETA DE DADOS

Neste terceiro capítulo explico a metodologia que apliquei para obter dados sobre as dificuldades da mediação semiótica num contexto educacional determinado.

Para perceber melhor a eficiência das fórmulas químicas no processo da comunicação do conhecimento químico, procurei efetuar a coleta dos dados na Escola Técnica de Campinas (ETECAP), que é uma escola com bom nível de ensino, boas condições estruturais e professores qualificados. Assim, eu eliminaria a dúvida sobre a qualidade da teoria ministrada, e esse parâmetro estaria excluído de minha pesquisa.

Dos cursos oferecidos pela escola técnica, escolhi o de Química Industrial, do qual participaram as duas turmas do primeiro ano do turno diurno. Esses alunos, num total de 80 (39 da turma "A" e 41 da "B"), foram submetidos a um teste no último dia de aula do ano 1993.

Essas duas turmas tiveram aulas no período integral (das 8 h às 17 h), de segunda a sexta feira, com seis aulas

semanais de Química, sendo 4 teóricas e 2 práticas, orientadas pelo mesmo professor. O grupo contou com um mini laboratório na sala de aula, para pequenas experiências ou para comprovação de conteúdos que tenham deixado dúvidas. As aulas práticas eram ministradas em laboratórios com a ajuda de um funcionário que auxiliava o professor. Além dessas seis aulas, o professor dedicava duas horas semanais a cada turma para dar orientações extras.

A escola também conta com uma ótima biblioteca, com vários livros de Química de segundo grau, dos principais autores atuais e vários livros de nível superior. O professor não trabalha com um só livro e nem com um autor específico, orientando seus alunos a pesquisar em diversos livros a cada assunto estudado.

No teste que apliquei, procurei abranger, ao máximo, temas que me dessem maiores informações sobre as concepções dos alunos com relação a conteúdos considerados importantes para um conhecimento básico. Os temas tratados foram: transformações físicas e químicas, modelo de partículas, ligações e interações moleculares, equações, solubilidade e força dos ácidos e das bases.

Ao elaborar as questões que seriam apresentadas aos alunos, pedi que uma aluna (vestibulanda) tentasse respondê-las para testar a compreensão das perguntas. Depois de seu comentário,

foram necessárias algumas modificações tendo sido retiradas algumas questões. O texto apresentado encontra-se em Anexos.

Para analisar as respostas das questões de forma mais rápida e eficiente, recortei-as e coleí-as em cartolinas. De modo que a questão 1 da turma "A" fosse colocada de um lado e o da turma "B" no verso da mesma cartolina. Procedi da mesma maneira com as outras questões. Assim, pude desenvolver uma análise por tema, e comparando as respostas de maneira bem visível.

Apresento a seguir os resultados das análises que pude fazer, acompanhados de um pequeno comentário a cada tema analisado.

Restava, para melhor entendimento dos dados coletados e categorizados, ouvir o professor dos respondentes. Procedemos, então, a uma entrevista com o docente das Turmas observadas. Os resultados serão apresentados em seguida à análise das respostas dos alunos.

CAPITULO 4.

CONCEPÇÕES E PROPOSIÇÕES

A análise apresentada a seguir pretende discutir algumas concepções de ensino de Química e suas implicações no processo de aprendizagem, verificadas pelas respostas do teste apresentado a 80 alunos do Primeiro Ano de Química Industrial no ETECAP, no final do ano de 1993, após os alunos terem cumprido o programa de primeiro ano.

Numa primeira análise, tentamos perceber as concepções que os alunos apresentaram diante de algumas questões-problema, por meio das respostas e propostas que mostraram suas idéias a respeito dos fenômenos apresentados.

A segunda parte desta análise veio da entrevista com o professor das turmas, após ele ter lido as respostas de seus alunos. Essa entrevista deu-se no mês de dezembro de 1994. As concepções do professor sobre o ensino/aprendizado da Química e suas implicações nos resultados do teste vêm complementar esta pesquisa.

4.1- Concepções sobre transformações físicas e químicas.

Ao analisar a primeira questão, percebi que vários estudantes classificaram transformações físicas como químicas. Num evento em que bolhas de gás são formadas com a fervura da água, vários alunos responderam que o gás formado era o oxigênio, outros que era hidrogênio, e alguns, que eram hidrogênio e oxigênio. O aluno 38 B responde:

-Quando a água ferve, observamos no fundo do frasco algumas bolha de gás se formando. Que gás é esse?

*hidrogênio
não ~~oxigênio~~ a ~~liberado~~ sendo liberado da H₂O. Após certo tempo que ele é liberado, primeiramente, libera-se O₂.*

"Gás hidrogênio que não está sendo liberado da H₂O. Após certo tempo, ele é liberado. Primeiramente, libera-se O₂."

O aluno 16 A indica, na sua resposta, que acredita que o vapor d'água é constituído de hidrogênio e oxigênio:

-Quando a água ferve, observamos no fundo do frasco algumas bolha de gás se formando. Que gás é esse?

GÁS Hidrogênio e gás oxigênio (Vapor d'água)

Essa compreensão pode ser a de muitos outros que responderam somente que o gás formado era o vapor d'água. Do total de alunos, 11,25% indicaram que acreditam que quando a água muda de estado está liberando hidrogênio e/ou oxigênio.

COMENTÁRIO

Nesta questão, alguns alunos tiveram dificuldades de interpretar o fenômeno da fervura da água. Ficaram em dúvida quanto à identificação do vapor d'água, isto é, se era hidrôgenio ou se era oxigênio. Um bom número desses alunos expressaram suas idéias usando o símbolo H_2O , demonstrando que não tinham dúvidas quanto à representação simbólica.

Com isso, podemos perceber que os conceitos das fórmulas químicas foram tratados a partir das estruturas das moléculas, da quantidade de átomos que as constituem. Essa maneira de trabalhar os conceitos das substâncias leva a uma tradução pura e simples de um signo para outro, da palavra água para a simbologia H_2O . É um processo quase mecânico de relacionar signos, comprometendo a mediação semiótica, pois para um signo químico promover uma mediação implica a construção de um conceito mais amplo, que leve em consideração a interação de uma determinada substância no seu universo. Sem isso, fica prejudicada a percepção de fenômenos até mesmo o da mudança de estado físico da água. Para o aluno, acostumado a trabalhar com representação de uma molécula unitária, fica muito mais difícil compreender um processo em que estão envolvidos milhões e milhões de partículas em interação com o seu meio.

Essa concepção de ensino de Química focaliza seus ensinamentos na estrutura de uma molécula (parte mais abstrata), e procura partir daí para a parte mais concreta dos estudos das propriedades químicas e físicas, das mudanças de estados, das reações químicas, das dissoluções, das ionizações, etc. A meu ver, o movimento de formação do conceito deveria ser exatamente o oposto: a partir do concreto para o abstrato, seguir do perceptível para o imperceptível, do visível para o invisível. É dessa forma que entendo que um conceito vai sendo construído levando em consideração a mediação semiótica.

4.2 - Concepções sobre partículas da matéria e os modelos estáticos e dinâmicos.

As questões 02 e 09 foram colocadas com a intenção de verificar as diversas concepções dos alunos com relação às partículas da matéria.

QUESTÃO 02

Um balão de festa de aniversário está cheio de ar. Quando colocado ao sol percebe-se que o balão aumenta o seu volume sem estourar. Como você representaria o que aconteceu dentro do balão? Desenhe.

Na interpretação desse fenômeno, 38,75% do total dos alunos têm uma visão dinâmica do evento, e acreditam que a movimentação das partículas é que mantém o volume do balão. O aluno 21A expressa sua compreensão levando em consideração as interações entre as várias partículas. E o pensamento de 55% dos estudantes será analisado nas categorias apresentadas abaixo.

Dilatação Estática

Esta categoria representa os alunos que acreditam que as partículas no interior do balão estão **estáticas** e com o aquecimento elas dilatam aumentando o tamanho do balão.

Do total dos alunos, 28,75% foram enquadrados nesta categoria. Eles não expressaram nenhum movimento entre as partículas, e elas pareciam conviver próximas umas das outras sem exercerem influência de natureza atrativa ou repulsiva.



Estática/Dinâmica/Estática

Esta categoria representa o pensamento dos alunos que acreditam que as partículas no interior do balão estão paradas (**estática**) e com o aquecimento elas adquirem movimento afastando-se uma das outras (**dinâmica**), voltando a ficar paradas novamente

estática). Cerca de 20% dos alunos acreditam que este fenômeno ocorre dessa maneira.



Estática depois Dinâmica

Esta categoria representa os alunos que acreditam que no interior do balão as partículas estão paradas (**estática**), e com o calor elas adquirem movimento (**dinâmica**), dilatando o balão. Este pensamento é compartilhado por 2,5% dos alunos.

O Balão Dilatou

Na interpretação de 3,75% do total dos alunos o volume do balão aumentou porque o material plástico dilatou. O aluno 14A explica:



O balão está cheio de ar.



Quando é colocado ao sol, as moléculas do material que forma o borrachão do balão se dilatam, e a temperatura permitindo a entrada de ar.

QUESTÃO 09

Se aquecermos água em um beacker, observaremos que na mudança de estado, a 100 graus centígrados, não haverá variação de temperatura. No entanto, continuamos a fornecer calor ao sistema. Faça um desenho explicando como você imagina as moléculas mudando de estado.

Na análise desta questão, foram selecionadas as respostas de 52 alunos, correspondendo a 65% do total. Suas concepções a respeito do fenômeno estão apresentadas nas categorias abaixo:

Estática depois Dinâmica

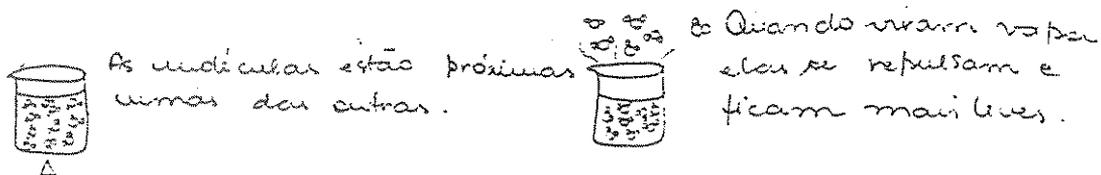
Esta categoria aparece novamente, nela 3,75% dos estudantes estão classificados como os que acreditam que antes da ebulição as partículas estavam paradas e após o aquecimento iniciou-se a movimentação.

Estática/Dinâmica/Estática

Nesta categoria, que também reaparece, 25% dos alunos demonstraram que as partículas estão estáticas; na mudança de estado elas se afastam e depois continuam estáticas.

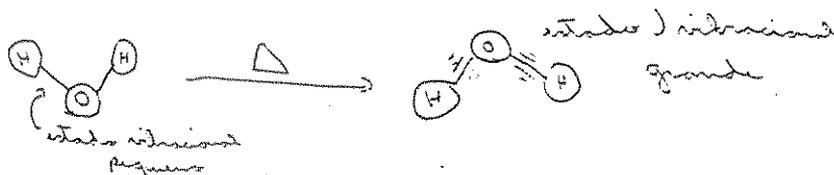
Dinâmica Repulsiva

Esta categoria representa os alunos que acreditam que o calor faz nascer uma força de repulsão entre as partículas. Do total dos alunos, 5% demonstraram acreditar que quando há evaporação, as partículas repelem-se. Como é o caso do aluno 14A:



Dinâmica intramolecular

O aluno 38A acredita que o calor aumenta o estado de vibração entre as ligações, e que isto deve provocar a mudança de estado:



Expansão Dinâmica

O aluno 41B acredita que a dilatação das partículas provoca a evaporação. É uma visão semelhante à da categoria anterior, no que se refere a uma dinâmica intramolecular. Nesta concepção é a dilatação da molécula que provoca a mudança de estado.

Dinâmica livre

Esta categoria representa o pensamento dos alunos que reconhecem a existência de uma movimentação entre as partículas, mas sem exercer influência de uma sobre as outras. Nesta concepção, as partículas ficam simplesmente mais livres (mais afastadas) quando uma substância está mudando de estado. Dos alunos pesquisados, 28,75% apresentam esta concepção.

COMENTÁRIO

Estas concepções apresentadas pelos alunos, nas várias análises dos fenômenos, são frutos de um processo de ensino de Química que prioriza em seus ensinamentos um enfoque conceitual que passa apenas pela estrutura física dos signos, estudando os vários elementos químicos nas suas constituições materiais: os prótons, os elétrons e os nêutrons, ou apresentando as moléculas com os vários átomos que as constituem, isolando-a do universo de que ela faz parte. É um estudo particularizado, quase que desvinculado dos acontecimentos práticos, dos envolvimento concretos na natureza, nas suas interações, nas suas transformações físicas e químicas, como se a Química não tivesse nada a ver com a vida das pessoas. Era de se esperar que os alunos tivessem grandes dificuldades em analisar questões concretas que englobassem um universo maior.

Se o estudo das partículas microscópicas da Química fosse desenvolvido na sua interação com o mundo, permitiria aos alunos desenvolver um raciocínio dos fenômenos que ocorrem no seu ambiente (próximo do aluno), pois a Química se vincularia a seu universo. O conceito de qualquer partícula química deveria passar pela interação que ela faz no seu universo, como corpo constituinte dele. Uma mediação semiótica implica buscar entender o micro-cosmo na interação com o macro-cosmo. É dessa forma que os conceitos dos

signos químicos vão sendo criados de forma potente e próxima do nosso dia-a-dia, como representações que fazem sentido à nossa vida.

4.3 - Concepções sobre ligações e interações moleculares.

QUESTÃO 05

O NaCl é uma substância sólida e se liquefaz a uma temperatura próxima a 800 graus centígrados. Uma outra substância, o HCl, é um gás a temperatura ambiente. Como você imagina esse fenômeno? Desenhe o que você está pensando sobre isso.

Esta questão deseja desenvolver uma discussão a partir de fatores particularizados (micro-cosmo), para analisar a influência desta idéia no universo da natureza na compreensão da mudança de estado das substâncias.

Do total dos alunos, apenas 13,75% desenvolveram uma análise suficiente para explicar o fenômeno. Os outros restantes, quase 86%, não conseguiram sair das situações particulares e ir para as gerais. As respostas foram classificadas em três grupos:

-8,75% acreditam que o NaCl tem o ponto de fusão alto por causa do sódio (Na) que é um metal, e que o HCl é gasoso a temperatura ambiente por causa do hidrogênio (H) que é um gás.

-30% acreditam que a diferença entre os pontos de fusão das substâncias está relacionada com o tipo de ligação intramolecular, mas não faz nenhuma relação disso com a força de interação entre moléculas.

-47,5% deram respostas insuficientes ou simplesmente não responderam.

COMENTÁRIO

A maioria absoluta dos alunos (quase 86%) não conseguiu explicar por que o NaCl é uma substância sólida e o HCl é uma substância gasosa a temperatura ambiente. Alguns desses alunos recorreram a explicações acidentais que em nada se aproxima das idéias científicas. Nenhum deles conseguiu relacionar esse fenômeno com a força de interação entre as moléculas.

Novamente podemos perceber os resultados da concepção de ensino que trabalha a formação dos conceitos dos signos químicos só pela sua estrutura física, isolando-o de outros acontecimentos que dessem sentido a manifestações de fenômenos envolvendo as propriedades químicas e físicas das substâncias. Um conceito de signo químico não é apenas um conceito, e sim um aglomerado de conceitos interligados. Para o aluno interpretar

corretamente determinado fenômeno, terá que desenvolver uma reflexão por meio desse conjunto. Se faltar algum conceito, a rede de ligação apresentará interrupções que podem impedir o movimento da reflexão. Da mesma forma, ensinar os vários conceitos sem interligá-los, impede ao pensamento percorrer por entre eles.

Os conceitos científicos, mediados pelos signos, vão sendo construídos num movimento constante que vai dos enfoques mais gerais para os particulares e vice-versa. Este movimento cria uma interligação conceitual, em que o conceito científico aparece como uma generalização, estendendo-se a todos os casos a que pode aplicar-se, difundindo o significado particular a questões mais amplas, dando mais sentido ao conceito. É aí que se encontra a riqueza científica e a riqueza semiótica, na capacidade de estender-se a uma vasta área, combinando o particular com o geral, por onde pode fluir o pensamento. Sem levar em conta a mediação semiótica no estudo da Química, que tem sua linguagem própria por meio de suas fórmulas, não se caminhará muito além de resultados simplistas, como foram as respostas de alguns alunos a essa questão analisada.

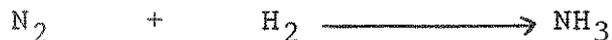
4.4 - Concepção sobre as equações químicas.

Uma equação química é uma representação simbólica de uma reação. Nela podem conter várias informações tais como: quais as substâncias reagentes, quais as substâncias produzidas, quais as proporções em massa das substâncias participantes, qual o estado físico, qual o sentido da reação, etc. É pelas equações que a idéia de uma transformação química é repassada e desenvolvida. Como o objeto da Química é a transformação das substâncias, a equação química está no centro de seus estudos.

✶

QUESTÃO 03

Balanceie a equação química e represente como você imagina que estão agrupadas as partículas que formam cada molécula na reação abaixo.



Na resolução desta questão, dos 80 alunos, 79 acertaram o balanceamento da equação. No entanto, ao representar as partículas, a maioria deles apresentou grandes dificuldades em usar as informações contidas nas equações balanceadas por eles próprios.

Para melhor estudarmos algumas das concepções apresentadas pelos alunos, classificamos suas respostas em três categorias:

Concepção Aditiva

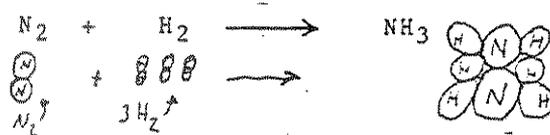
O grupo de estudante classificado nesta categoria, correspondente a 15%, apresentou uma representação aditiva, onde as substâncias iam se formando por simples aderência das partículas.

Exemplos:

Aluno 1B



Aluno 8A



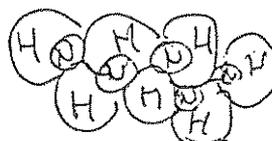
Os alunos classificados nesta categoria não erraram o balanceamento da equação e nem a quantidade de partículas que compunham as moléculas. Mas, demonstraram inabilidades em reconhecer a estrutura da molécula pelas informações da equação química, além de não levar em consideração outros fatores

importantes como a natureza dinâmica das interações entre as partículas, as ligações químicas, as valências, etc.

Concepção Associativa

Este grupo de estudante foi classificado por representar uma quantidade de partículas superior ao número indicado no balanceamento e por associá-las num mesmo agrupamento. É de certa forma um modelo aditivo e representa 3,75% dos alunos.
Exemplo:

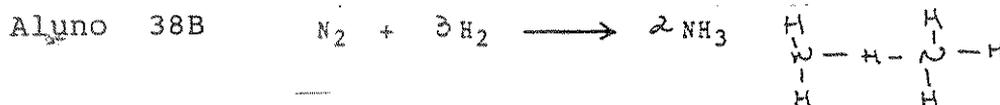
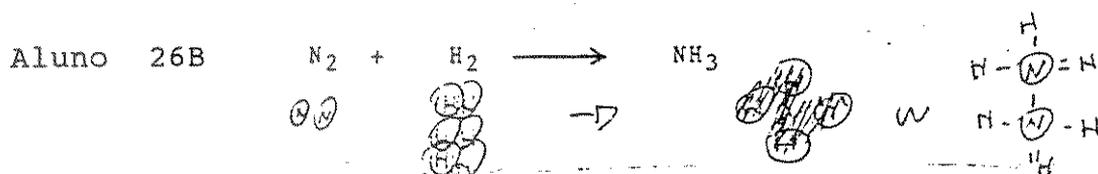
Aluno 27A



Concepção Diversificativa

Este grupo de estudante é caracterizado por representar a estrutura molecular numa diversidade de ligações feitas com o elemento hidrogênio, inclusive com um número de oxidação superior ao admitido pelo átomo. É de certa forma um modelo associativo só que mantendo a proporção de partículas

conforme o coeficiente indicado no balanceamento. Este grupo representa 10% dos alunos. Exemplos:



COMENTÁRIO

As respostas apresentadas pelos alunos e classificadas nas três categorias demonstram que, no caso do conteúdo tratado nesta questão 03 (balanceamento de equações), foi priorizado o acerto dos coeficientes da equação, sem levar em consideração outras idéias que pudessem ampliar a compreensão do fenômeno estudado, no caso, as transformações químicas.

O fato de quase todos os alunos acertarem o balanceamento da equação e terem dificuldades em compreender os

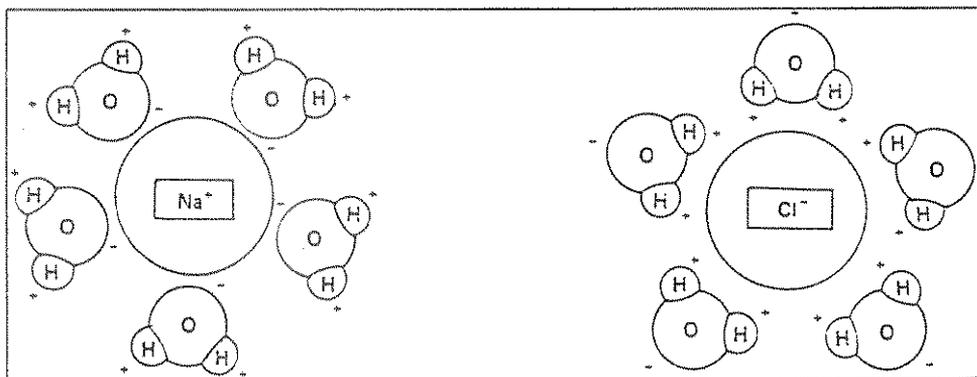
processos químicos, demonstra que esses alunos enxergam o exercício de maneira estritamente algébrica, fazendo relação só com o presente, com o visível, contando a quantidade de símbolos de um lado e igualando do outro lado, sem que isto lhes traga mais informações além da igualdade matemática.

Esta concepção de ensino prioriza uma técnica de memorização que faz relações mecânicas com fórmulas e símbolos sem aprofundar as questões científicas, escondendo a relação semiótica que existe entre a simbologia química e as interações microscópicas de um universo invisível, que o homem só é capaz de compreender por meio dos signos.

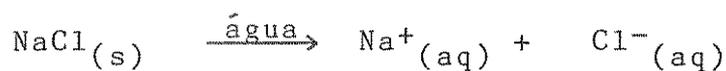
Nesse conteúdo estudado foi trabalhado um conceito isolado (o acerto dos coeficientes) sem articular com outros aspectos igualmente, ou até mais importantes (o aspecto microscópico das transformações químicas). Esta questão 03 nos mostra como esta visão fragmentada do ensino de Química deixa de articular os conceitos, deixando de enriquecer a mediação semiótica, razão maior de se usarem símbolos na Química, para relacionar o mundo microscópico com o universo macroscópico do mundo perceptível. Deixar de cumprir esta interação distancia a Química da nossa realidade, reduzindo a ação dos signos químicos a um espaço limitado do real.

4.5 - Concepções sobre solubilidade química.

Em um dos livros indicados pelo professor das turmas pesquisadas, e posto à disposição dos alunos, esse assunto é tratado no capítulo Dissociação Iônica. Sobre a solubilidade dos sais em água, o autor explica: "Como as moléculas de água são polares, os íons positivos e negativos atraem as moléculas de água respectivamente pelas extremidades negativa e positiva. A essa união eletrostática das moléculas do solvente com os íons dissolvidos chama-se **solvatação**". (Gallo Netto, 1987,p.209)

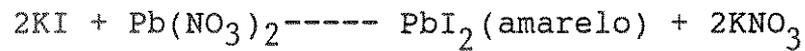


Por isso, a indicação mais correta para a dissolução do NaCl é:

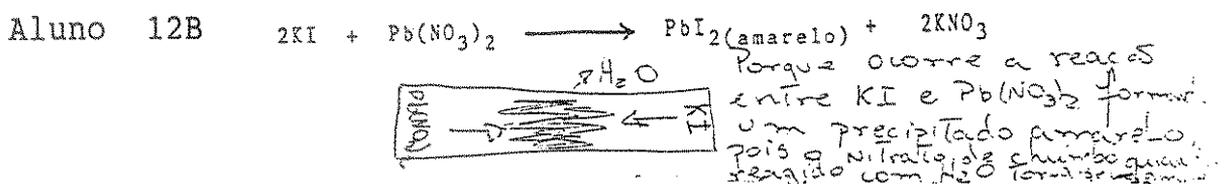
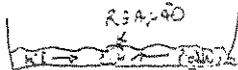
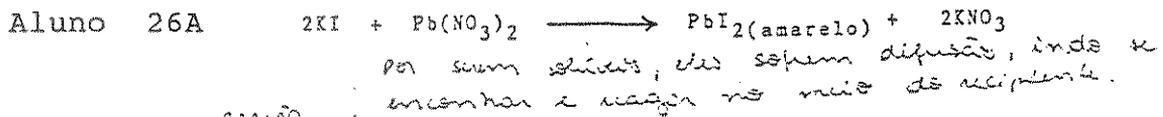


QUESTÃO 06

Em uma bandeja de vidro foi colocado um pouco de água cobrindo apenas a área do fundo. Em um ponto de um lado da bandeja foram colocados alguns cristais de nitrato de chumbo II - $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Em um ponto do outro lado foram colocados alguns cristais de iodeto de potássio (KI). Depois de algum tempo observou-se uma cor amarela no meio da bandeja. Como você interpreta esse fenômeno?



Ao resolver essa questão, muitos alunos utilizaram as palavras solúvel e insolúvel. Entretanto, poucos usaram o conceito de solvatação, conforme referência bibliográfica e trabalharam com a idéia de movimento dos íons na solução. A maioria deles parece acreditar que o solvente é uma substância neutra que não interfere na solubilidade e permite que o soluto trafegue livremente na solução.



COMENTÁRIO

Apesar da referência bibliográfica mostrar como se processa a dissolução dos sais em água, pelo efeito da solvatação, os alunos praticamente não utilizaram aquela idéia para desenvolver seus argumentos. Mesmo utilizando a palavra difusão, usaram-na no sentido de disseminação de uma substância sobre outra (e não de íons), e nenhuma referência foi feita a respeito da atuação do solvente sobre o soluto. O aluno 26A usa a palavra difusão, que é repetida por vários outros, sempre nesse mesmo sentido.

*

Observando o exemplo da referência bibliográfica, podemos perceber como os conceitos químicos são idéias articuladas hierarquicamente, num processo de generalização. Para o aluno desenvolver uma análise sobre o fenômeno tratado, deveria usar vários outros conceitos como: solvatação, dissolução, difusão, transformação, reação, por exemplo, que, por sua vez, são idéias que apresentam uma generalização sobre outros conceitos, dos quais, alguns são comuns a todas elas, como os conceitos de: íon, molécula, substância, solvente, soluto, etc. Este, por sua vez, apresentam generalizações sobre outros.

Ao responder a questão 06 desejava-se que os alunos usassem todas as idéias relacionadas ao fenômeno? Não. Mas era necessário que eles usassem algumas idéias-chave, por exemplo, a

idéia de quebra e formação de ligações, o que implicaria usar os conceitos de solvatação, dissolução, íons, solvente, soluto, etc, apesar de alguns desses conceitos aparecerem na argumentação de alguns alunos. O que queremos questionar é que há uma concepção de ensino de Química que trabalha os conceitos separadamente, ou com um mínimo de relação entre eles. Daí a dificuldade de os alunos articularem todas essas idéias por conta própria, sem a ajuda do professor e dos livros. Como dissemos anteriormente, ensinar os vários conceitos sem interligá-los torna difícil o processo da reflexão.

4.6 - Concepções sobre força dos ácidos e das bases.

QUESTÃO 04

Mostre como você compreende que HCl e H₂SO₄ são ácidos fortes. E como o HF não é forte?.

A resposta do aluno 22A é quase unânime entre os seus colegas:

22A: No caso do H₂SO₄, se pega o número de oxigênio e diminui pelo número de hidrogênio se der mais que 3 é muito forte se der 2 é forte, se der 1 é fraco e se der menor ou zero é muito fraco, e no caso do HCl eu sei porque- HCl, HI e HBr são fortes (hidrácidos) e HF não é porque é um hidrácido que não está incluído nos citados anteriormente.

Aluno 22A

No caso do H₂SO₄, se pega o número de oxigênio e diminui pelo número de hidrogênio se der mais que 3 é (forte) muito forte, se der 2 é forte, se der 1 é fraco e se der menor ou zero é muito fraco, e no caso do HCl eu sei porque é HCl, HI e HBr são fortes (hidrácidos) e HF não é porque é um hidrácido que não está incluído nos citados anteriormente.

QUESTÃO 08

Mostre como você compreende que NaOH é uma base forte. E $\text{Mg}(\text{OH})_2$ é uma base fraca. Dado: o $\text{Mg}(\text{OH})_2$ é pouco solúvel.

O aluno 12B também apresenta uma resposta quase unânime.

12B: NaOH é uma base forte pois as bases da família 1A e 2A são forte. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ não é uma base fraca e sim forte pois o Mg encontra-se na 2A e também é solúvel pois 1A, 2A, e NH_4 , são solúveis.

NaOH é uma base forte
 pois as bases da família 1A, 2A ~~o~~ são fortes. $\text{Mg}(\text{OH})_2$ é uma base fraca e sim forte pois o Mg encontra-se na 2A e também é solúvel pois 1A, 2A e NH_4 , são solúveis.

COMENTÁRIO

Os argumentos que os alunos 22A e 12B usaram para responder as questões, foram quase unânicos entre as classes. Em suas respostas os alunos, buscaram nas estruturas das moléculas, ou na posição de alguns elementos na tabela periódica, a justificativa para o fenômeno, trabalhando os conceitos pela memorização de regras que muitas vezes são pouco científicas.

Tal fato é fruto de uma concepção de ciência que busca explicar os fenômenos isoladamente no universo, buscando uma estrutura que explique os fatos por si sós. Isso acaba colocando verdadeiras armadilhas pedagógicas, apresentando alguns conteúdos por uma lógica acidental, deixando a compreensão da Química cada vez mais difícil, pois não se ensinam os verdadeiros conceitos científicos com suas interligações e interdependências, numa lógica compreensível que apresente sempre mais possibilidades de ampliar a idéia. Essa maneira de ver os conceitos isoladamente cerca-os em suas próprias barreiras conceituais, impedindo-os de explicar verdadeiramente os fatos científicos.

É preciso buscar outro caminho. Por exemplo, os conceitos de ácidos e bases deveriam ser explicados por meio das equações químicas, representando as dissociações e/ou ionização em água, interligando este conceito aos conceitos de solubilidade, de equilíbrio químico, de reatividade química, etc. É dessa forma que um conceito pode crescer e desenvolver-se. Afinal, o conceito de ácido forte só terá sentido, se for compreendido articuladamente com o de reatividade química e só será realmente entendido, caso se tenha compreendido o conceito de equilíbrio químico.

Mas só através da representação simbólica das fórmulas e das equações químicas, podemos buscar esse entrelace conceitual, criando possibilidades de irradiar significados,

abrindo nosso campo de visão para expandir os conceitos num movimento constante da criação do sentido.

4.7 - Entrevista com o professor das turmas pesquisadas.

Um resumo dos dados pesquisados, sem os comentários que seguem cada questão, foi apresentado ao professor das turmas para que emitisse sua opinião sobre os resultados. Os trechos mais importantes da entrevista aparecem a seguir:

Falando sobre os objetivos da Escola Técnica, o professor inicialmente argumenta:

-Esta escola deve formar alunos com habilidades técnicas na área de Química. O aluno não tem que ser um profundo conhecedor dos conceitos teóricos químicos. O que o aluno precisa saber é que a substância tem um nome, e também saber as fórmulas das substâncias mais comuns.

O objetivo da escola é propiciar aos alunos habilidades técnicas, para que saibam usar aparelhos no laboratório. Um técnico não precisa entender os gráficos de uma cromatografia. Basta que ele compare os resultados com os padrões já existentes, que faça uma leitura comparativa. Se estiver dentro dos padrões, está tudo certo.

-Você tenta aprofundar as discussões quando dá um conteúdo novo?

-A quantidade de conteúdo é muito grande e não dá tempo de tecer mais detalhes, detalhar mais o conteúdo. Na escola particular, onde eu leciono, não ensino Química; tento cumprir um programa para acesso à universidade.

-A aula que você ministra no ETECAP é a mesma da escola particular?

-Não, lá a aula é informativa, aqui é formativa.

-Se este teste fosse feito lá, as respostas seriam diferentes?

-Não, teria acontecido coisa semelhante ou até pior.

-Então o problema não é do ensino técnico e sim do ensino de Química em geral?

-É, muitas vezes eu tenho que consertar os conceitos que estão errados. Por exemplo, o aluno chama a tudo molécula: o átomo é molécula, um sal de cozinha é uma molécula. Mudança de estado físico tem uma linha de raciocínio errado. Conceito de

tabela periódica, totalmente errado, com trocas de número atômico, número de massa, posição do elemento na tabela em função da massa.

-Nos livros você localiza conceitos errados?

-Sim, uma vez vi num livro (cujo autor não me ocorre, mais é famoso) no qual o conceito de dissociação e de ionização estavam trocados.

-Os conceitos cotidianos e científicos têm causado muitas confusões como, por exemplo, os conceitos de equilíbrio, pressão, concentração. Como você trabalha um conceito científico que tem uma tradução nos conceitos cotidianos?

-Eu aproveito um pouco os conceitos cotidianos para ir deles para os conceitos científicos. Eu busco muito daquilo que eles conhecem. Por exemplo: quando vou ensinar concentração de soluções cito exemplo de concentração de pessoas. Quanto maior o número de pessoas maior a quantidade de partículas. Aí eu tento puxar para o lado da concentração da solução para comparar os aspectos microscópicos.

-Então, resumindo, você parte de um conceito do cotidiano para ir para os científicos?

-Sim, porque os alunos têm muitas dificuldades de entender o conceito de concentração. Às vezes eu cito um exemplo: se a gente afastasse as paredes da sala, como vocês ficariam nessa situação?. Eles respondem que ficariam mais dispersos. Eu tento aproveitar ao máximo o que eles têm como bagagem.

- Para o conceito de força dos ácidos e das bases você faz relação com o conceito cotidiano?

-Eu tento tirar a força dos ácidos no sentido de queimar a pele. Quando um aluno tem medo do ácido sulfúrico, eu pergunto para ele: e se o ácido estiver diluído? A soda corrói, o ácido corrói, então a soda é ácido? eu pergunto.

-As fórmulas químicas como são trabalhadas?

-No curso de Química Geral as fórmulas são bem trabalhadas. Há necessidade de que o aluno aprenda como chegar à nomenclatura a partir do nome, e, a partir da nomenclatura, chegar às fórmulas. Isso eles têm que saber trabalhar. Inclusive em algumas indústrias eles aplicam um teste de nomenclatura para fazer uma seleção de admissão. Aqui no segundo ano exigem que saibam a nomenclatura das substâncias inorgânicas e as equações químicas para entenderem as transformações.

-O aluno deve olhar para a fórmula e saber ler o nome dela?

-Sim. Ou pelo nome chegar às fórmulas. E saber também as regras da reatividade química.

COMENTÁRIO

Nessa entrevista, podemos notar algumas concepções do professor que interferem diretamente no resultado das questões analisadas. Uma primeira concepção marcante em sua fala (e que não poderia ser de outro modo) é a visão tecnicista do processo educacional nesse contexto. Essa posição aparece bem nítida nas primeiras respostas, em que o professor focaliza os objetivos da escola na formação das habilidades técnicas que os alunos do ETECAP devem adquirir, sem se preocupar com o aprofundamento teórico dos conceitos químicos. O aluno necessita apenas de compreender um mínimo de conceitos teóricos para se "virar" com as técnicas (que não são lá muito difíceis). Como o próprio professor disse: "Um técnico precisa entender os gráficos já existentes, fazer uma leitura comparativa. Se estiver dentro dos padrões, está tudo certo".

Nesse sentido, a escola cumpre muito bem o seu papel, conforme as exigências das indústrias e de parcela da sociedade que vê no ETECAP uma escola modelo, onde o ingresso se faz por um acirrado vestibular.

Uma outra questão levantada pelo professor, como um dos fatores que afetam a qualidade do ensino de Química, é o pouco tempo para detalhar mais os conteúdos, o que acaba provocando um ensino só informativo sem o aprofundamento necessário para a devida formação dos conceitos. Por detrás disso aparece o interesse das escolas particulares em preparar o aluno para o vestibular.

Não obstante, as universidades impõem um programa extenso para ser abrangido nas provas do vestibular, o que acaba sendo seguido pelas escolas secundaristas. Nesse ponto concordo com o professor, pois tais escolas, exceto as técnicas, têm a intenção de ver aprovados os alunos nas principais universidades do país. Portanto, uma mudança nos currículos viriam muito mais rápido de cima para baixo, das universidades para o Segundo Grau.

Uma outra concepção apresentada pelo professor, e que encontra ressonância principalmente entre os iniciantes na carreira do magistério, é a idéia de usar os conceitos científicos. Essa questão precisa ser muito bem entendida, pois corre-se o risco de o aprendiz fazer uma tradução pura e simples dos conceitos

cotidianos para os científicos. Os conceitos científicos são construídos numa rede de vários conceitos interligados, obedecendo a uma estrutura conceitual hierarquizada, cuja idéia representa uma generalização sobre outras idéias. Quanto aos conceitos cotidianos, eles aparecem sobre uma base empírica que não envolve outros conceitos para expressá-los.

No entanto, conceitos científicos podem surgir com base em reflexões sobre conceitos cotidianos, num movimento de idéias do cotidiano para conceito científico e vice-versa. Esse processo de ida e vinda pode contribuir para a formação e o desenvolvimento de ambos.

Entretanto, há conceitos científicos que encontram tradução literal entre os conceitos cotidianos, cujo significados são bem diferentes. Os conceitos de concentração, equilíbrio, força, velocidade são exemplos de conceitos cotidianos que encontram na Química significados bem diferentes e até mesmo opostos. O conceito de equilíbrio no cotidiano expressa uma idéia do equilíbrio de dois pratos de uma balança, portanto, um equilíbrio estático, enquanto o equilíbrio químico é dinâmico, não cabendo nenhuma comparação entre eles. E partir-se da idéia do cotidiano pouca ajuda daria para chegar-se ao conceito de equilíbrio químico. Força dos ácidos, por exemplo, não tem nada a ver com esforço físico. E concentração recebe vários significados

no cotidiano que pouco contribuiriam para construir a idéia de concentração química.

Assim, vários conceitos químicos são parônimos de conceitos cotidianos. De modo que, nesses casos, partir do senso comum para chegar aos conceitos científicos poderá certamente incorrer em confusões, pois será muito mais difícil evitar comparações entre eles.

Parece que o ideal seria o professor processar uma ruptura com conceitos cotidianos, quando estes apresentarem significados diferentes, o que não é muito fácil, pois o aprendiz não encontra uma pré-disposição em abrir mão de seus pré-conceitos só porque recebe algumas informações a mais. Há que se comprovar que esses pré-conceitos não são os mais viáveis para expressar uma idéia nova e científica. Mesmo assim, ninguém abre mão de suas pré-concepções de uma hora para outra. A menos que se trabalhe muito bem esse novo conceito, as antigas idéias irão reaparecer. Por isso, nesse momento, parece-nos mais óbvio evitar comparações entre os conceitos científicos e os cotidianos, mesmo porque suas constituições têm bases diferentes e o processo de reflexão exigido por um não é o mesmo do outro.

Concluindo, usar idéias do cotidiano para chegar ao "senso científico" pode nos apresentar várias armadilhas, e o professor deve estar atento a isso. Deve entender bem a questão para saber quando usar os conceitos cotidianos, e quando estes serão entraves para a formação dos conceitos dos professores. Mas isto deve ser estudado e debatido para que se chegue a um consenso.

Esta é a última visão apresentada pelo professor, em resposta às duas últimas perguntas, revelando como é ensinado o conteúdo de fórmulas químicas no ETECAP: "Ha necessidade de que o aluno aprenda como chegar à nomenclatura a partir do nox, e, a partir da nomenclatura, chegar às fórmulas". Este método de ensino de nomenclatura trabalha o conceito de fórmula pela sua estrutura física, por meio dos átomos que a compõem. O processo de memorizar o nox e relacionar isto com as fórmulas químicas e com sua nomenclatura é quase uma tradução mecânica para outra simbologia, onde o signo H_2SO_4 recebe uma tradução para ácido sulfúrico. Assim, a capacidade de pensar os símbolos fica restrita à estrutura da fórmula, e o conceito da substâncias perde sua relação com o universo, apesar de ser corpo constituinte dele. Esta é uma concepção de ensino que não leva em consideração a mediação semiótica. Uma mediação semiótica implica a construção de conceitos mais amplos, e que a capacidade de pensar os fenômenos abra-se para todas as partes, numa interação com um mundo cada vez maior.

Claro que a prática do professor é compatível com as exigências do ensino tecnicista. Como ele nos disse" algumas indústrias aplicam um teste de nomenclatura para fazer uma seleção de admissão. Logo, sua prática de ensino é fruto de uma pedagogia que vê o processo educacional nos moldes questionados nestes comentários que faço. Não cabe aqui nenhuma crítica à atividade profissional do colega. Ele cumpre tudo o que determinam os objetivos da escola. Os questionamentos referem-se a uma concepção pedagógica que tem trazido confusões para o ensino e aprendizado da Química.

CONCLUSÃO

A idéia básica que norteou este trabalho foi esta: a simbologia Química, por meio de suas fórmulas, constitui a linguagem dessa ciência. Comparei os signos químicos com a escrita, e tentei, a partir daí, desenvolver meus estudos, fazendo um paralelo entre a fórmula química e a palavra, buscando em que sentido os fenômenos relacionados aos significados da palavra eram semelhantes ou diferentes das idéias ligadas aos signos químicos. Em alguns momentos, trabalhei os fenômenos ocorridos com a construção do conhecimento químico bem próximo dos ocorridos com a fala. Apesar deste paralelo não ser a finalidade da minha pesquisa, foi essa idéia que permitiu desenvolver este trabalho.

Como vimos no primeiro capítulo, uma ação mediada por signos força o homem a uma adaptação psicológica, ativando seu pensamento e criando sua memória. Semelhantemente ao fenômeno ocorrido com a fala, o significado dos signos químicos migram para a região do pensamento, criando no aprendiz a consciência do conhecimento químico. Essa migração não é uma mágica dos signos, mas sim é feita pelo trabalho de buscar compreender os significados contidos nos símbolos que podem manifestar no homem o conhecimento de uma parcela da realidade.

Ao interpretar o signo, o homem cria no seu pensamento a idéia daquela representação, e, portanto, o seu conceito. Para construir esse conceito, o homem deve partir de seu mundo perceptível, de sua realidade ambiente. Como discutimos, nos estudos sobre instrumentos de trabalho, é precisamente na relação com a realidade objetiva que o pensamento pode manifestar-se como imagem desta, na interação imagem com objeto, da idéia com a coisa. Mesmo em conceitos mais abstratos deve-se partir dos reflexos da realidade ambiente. Como cita Kopnin (1978, p.106): "O sujeito não compreende o que se passa ao seu redor a não ser por meio do reflexo, ... a consciência apoia-se sobre as informações das quais o homem dispõe da realidade ambiente". Apesar da consciência não se reduzir às propriedades do reflexo da realidade, a compreensão das coisas parte dela para se movimentar mais adiante, para o mundo das abstrações.

Para formar conceitos abstratos como átomos, elétrons, íons, etc, deve-se partir da realidade ambiente, do mundo perceptível, e não da estrutura física do signo. Para se ter o conceito de água, não é apenas representando-a por H_2O , mas o seu conceito deve passar pela sua importância na natureza.

Pelo atual método de ensino de Química é de se esperar que um estudante conceitue o elemento ferro, por exemplo, pelo seu número atômico, massa atômica, pela sua classificação na

tabela periódica, etc. Diferentemente disso, um operário de uma siderúrgica deve ter um conceito do mesmo elemento ferro muito mais próximo das transformações químicas, da produção do ferro gusa, e da fabricação de aço. Para o operário, não deve importar muito a colocação de ferro na tabela periódica, e sim que com esse elemento se produza uma série de bens úteis ao homem.

Entretanto, o aluno não deve deixar de estudar os elementos nas suas estruturas para se dedicar às questões práticas. Não. Não falamos de uma troca de enfoques teóricos; é uma questão de complementação do conceito. Aliás, a construção de um conceito abstrato deveria partir de conceitos concretos, perceptíveis na realidade ambiente. Assim, para se chegar à estrutura física do elemento ferro poder-se-ia começar por sua obtenção em jazidas, ou pela importância desse elemento para a vida, ou pela sua história. Como sabemos, foi pela descoberta do aço em 1500 a.c. que a Mesopotâmia chegou a uma supremacia militar na época. Enfoque dessa natureza vem unir a Química às outras ciências, e a aproxima da história do homem.

Esta pesquisa tenta ver os conhecimentos químicos numa outra concepção: a concepção de adotar as fórmulas químicas como linguagem, e portanto, levar em consideração os fenômenos relacionados com a semiologia e a semântica. Visa-se, desse modo, a um enfoque mais abrangente dos conhecimentos químicos, com uma

visão mais ampla dos acontecimentos da natureza, ampliando o campo de reflexão pelas interligações dos conceitos, aprimorando, enfim, a capacidade de abstração e de criação dos aprendizados de Química.

Buscar o elemento semiótico no ensino/aprendizado da Química é elevar a capacidade de refletir abstratamente e de interpretar os conceitos de forma mais abrangente. Os tempos atuais exigem mais do que aprender apenas conhecimentos básicos. A vida está se tornando mais e mais complexa, exigindo um nível mais elevado da educação de modo que se aprimorem as potencialidades cognoscitivas. A capacidade de adaptação a esses novos tempos passará pela compreensão global do conjunto de idéias historicamente acumuladas. Assim, buscar a mediação semiótica no ensino da Química é uma tarefa que se torna urgente, dada a rapidez do desenvolvimento tecnológico. O baixo nível de aprendizado da disciplina em questão torna-se um entrave ao desenvolvimento não só da Química, mas também de outras ciências que já estão em processos mais avançados de crescimento.

Os resultados obtidos nesta pesquisa levam-me a deduzir que o atual ensino das fórmulas químicas pouco tem ajudado no desenvolvimento dos processos psicológicos dos aprendizes da Química. Dadas as exigências colocadas para o ensino de Química (no momento ainda é aprender para passar no vestibular) exige-se que o aluno incorpore alguns significados das fórmulas fazendo uma

tradução mecânica de um signo para outro signo, como dissemos anteriormente, da palavra água para a simbologia H_2O , deixando de desenvolver plenamente as potencialidades cognitivas do estudante. Assim, o ensino de Química está servindo apenas a algumas necessidades do momento, isto é, os alunos recebem um grande número de informações, porém o método de ensino não articula esses conhecimentos com outros, pois tão logo passe a necessidade da prova ou do vestibular essas informações são descartadas.

Aqueles que se envolvem de alguma forma com o ensino/aprendizado da Química, que se angustiam com os resultados obtidos e desejam mudar essa situação sabem muito bem que qualquer mudança passa pela melhoria da qualificação do corpo docente, melhoria dos livros didáticos, um conteúdo programático adequado para segundo grau, etc. Isso implica uma mudança de concepção do ensino em geral. Apesar de existirem várias propostas de melhoria do ensino, pouco se tem feito para mudar esse quadro. Mesmo nós, professores que temos discutido mais estas questões, nos angustiamos por nossa prática ser ainda muito próxima das antigas concepções de ensino, e muitas vezes não encontramos outra forma senão adotar livros cuja linha ou enfoque teórico não concordamos.

Porém, há necessidade de se comprovar que um estudo das fórmulas químicas numa ótica que leve em consideração a mediação semiótica realmente pode proporcionar ao aluno um

conhecimento mais amplo dessa ciência. Isso implica a elaboração de um novo método de ensino com novos materiais instrucionais. Há necessidade também de se desenvolverem outros estudos, como o das fórmulas químicas, próximo da Lingüística, para alcançar melhor sua concepção como linguagem, ou compreender, que contribuições a Lingüística poderia dar para o ensino da Química. Espero que as idéias trabalhadas nesta dissertação propiciem a elaboração de novas perguntas, e, portanto, abram-se a novas pesquisas e que as respostas que aqui se alcançaram contribuam para a melhoria do ensino de Química.

ANEXO

PESQUISA - SÉRIE: _____ No. ALUNO: _____

Esta é uma pesquisa para uma dissertação de mestrado da Faculdade de Educação- UNICAMP. Nosso objetivo não é avaliar se suas respostas estão certas ou erradas. Queremos apenas entrar em contato com sua forma de compreensão de alguns fenômenos. Portanto, as respostas podem ser escritas em forma de desenhos, fórmulas, ou qualquer outro jeito que indique o que você está pensando.

1- Quando a água ferve, observamos no fundo do frasco algumas bolhas de gás se formando. Que gás é esse?

2- Um balão de festa de aniversário está cheio de ar. Quando colocado ao sol percebe-se que o balão aumenta o seu volume sem estourar. Como você representaria o que aconteceu dentro do balão?. Desenhe.

3- Balanceie a equação química e represente como você imagina que estão agrupadas as partículas que formam cada molécula na reação abaixo.



4- Mostre como você compreende que HCl e H₂SO₄ são ácidos fortes? E como o HF não é forte?

5- O NaCl é uma substância sólida e se liquefaz a uma temperatura próxima a 800C. Uma outra substância, o HCl, é um gás a temperatura ambiente. Como você imagina esse fenômeno? Desenhe o que você está pensando sobre isso.

6- Em uma bandeja de vidro foi colocado um pouco de água cobrindo apenas a área do fundo. Em um ponto de um lado da bandeja foram colocados alguns cristais de nitrato de chumbo II- Pb(NO₃)₂. Em um ponto do outro lado foram colocados alguns cristais de iodeto de potássio (KI). Depois de algum tempo observou-se uma cor amarela no meio da bandeja. Como você interpreta esse fenômeno?



7- O que você imagina que está ocorrendo com: Mg, Br⁻, Cl₂ nas transformações abaixo?



8- Mostre como você compreende que NaOH é uma base forte?. E Mg(OH)₂ é uma base fraca?. Dado: o Mg(OH)₂ é pouco solúvel.

9- Se aquecermos água em um beacker, observaremos que na mudança de estado, a 100C, não haverá variação de temperatura. No entanto, continuamos a fornecer calor ao sistema. Faça um desenho explicando como você imagina as moléculas mudando de estado?.

BIBLIOGRAFIA

- BRONCKARY, J.P. Vygotsky Aujourd'hui, Paris, Delachoux & Niestlé, 1985.
- BURNS, E.M. História da Civilização Ocidental, Porto Alegre, Globo, 1974.
- GÓES, M.C.R. Os modos de participação do outro no funcionamento do sujeito. Educação & Sociedade, n.42, pp. 336-341, ago, 1992.
- KOHL, M.O. e outros. Piaget, Vygotsky, Wallon, São Paulo, Summus, 1992.
- KOHL, M.O. Vygotsky, São Paulo, Scipione, 1993.
- KOPNIN, P.V. A Dialética como Lógica e Teoria do Conhecimento, Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1978.
- HARNECKER, M. Os Conceitos Elementares do Materialismo Histórico, São Paulo, Global, 1983.
- LEICESTER, H.M. Panorama Histórico de la Química, Madrid, Alhambra, 1967.
- LEONTIEV, A. O Desenvolvimento do Psiquismo, Lisboa, Livros Horizonte, 1978.
- LURIA, A.R. Pensamento e linguagem, Porto Alegre, Artes Médicas, 1987.

- LURIA, A.R. Curso de Psicologia Geral, Rio de Janeiro, Civilização Brasileira, 1979.
- MARX, K. e ENGELS, F. A Ideologia Alemã, São Paulo, Martins Fontes, 1989.
- NAKHEL, M.B. Why Some Students Don't Learn Chemistry, Journal of Chemical Education, v.69, n.3, pp.191-196, Mar, 1992.
- NETTO, C.C. Química Geral, São Paulo, Scipione, 1987.
- PARTINGTON, J.R. A Short History of Chemistry, London, Macmillan, 1951.
- PINO, A. As Categorias de Público e Privado na Análise do Processo de Internalização, Educação & Sociedade, n.42, pp.315-327, ago, 1992.
- SAVIANI, D. Escola e Democracia, São Paulo, Cortez, 1989.
- SMOLKA, A.L.B. Internalização: seu significado na dinâmica dialógica, Educação & Sociedade, n.42, pp. 328-335, ago, 1992.
- VYGOTSKY, L.S. A Formação Social da Mente, São Paulo, Martins Fontes, 1991.
- VYGOTSKY, L.S. e outros. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem, São Paulo, Ícone/EDUSP, 1988.
- _____. Pensamento e Linguagem, São Paulo, Martins Fontes, 1993.