

Ligações Químicas do concreto ao abstrato

Chemical bonds from the concrete to the abstract

Sato, M. S.

Faculdade de Educação - Unicamp
sato.matheus@gmail.com

Resumo

A Química, principalmente pelas dimensões que transita (submicroscópica, mesoscópica, macroscópica), é uma ciência que se utiliza massivamente de recursos imagéticos para construir e transmitir o conhecimento. Por intermédio de uma análise escalar das concepções discentes listadas na literatura em relação às ligações químicas, o presente estudo traça pontos de investigação no processo de interpretação das representações utilizadas no ensino, relacionando-as com a transmissão do conhecimento e como a estruturação desse interfere na significação dos conceitos e representações utilizadas. Suportado pela teoria de ascensão do concreto ao abstrato de Davýdov e a divisão do conhecimento químico proposta por Talanquer (2011) – visualizações, modelos e experiências; destaca-se a importância de uma abordagem didática que transite por todos os componentes do pensamento químico e as influências das representações nos processos de construção do conhecimento teórico.

Palavras chave: triplete, Davýdov, análise escalar

Abstract

The Chemistry, mainly by the dimensions that study (submicroscopic, mesoscopic macroscopic), it is a science that uses massively imagnetic resources to build and transmit knowledge. By the scale analysis of students' conceptions about chemical bonds, listed at the literature, this work draws investigation points of the interpretation process of the representations used at teaching, relating them to the knowledge transmission and how the organization interferes at the signification of the concept and representations used. Supported by the Ascent From the Abstract to the Concrete of Davýdov and the Talanquer (2011) chemistry knowledge division – visualizations, models and experiences; it highlights the importance of a educational approach that moves by all the chemical thinking components and the influences of the representations at the construction processes of the theoretical knowledge.

Key words: triplet, Davýdov, scalar analyse

Introdução

Inicialmente o contexto teórico será desmembrado em um processo de horizontalização, no qual se apresenta as teorias que constituem a investigação das concepções estudantis. A análise do contexto teórico tem como objetivo apresentar de forma breve as singularidades e potencialidades das teorias que permeiam a pesquisa.

Em um segundo momento inverter-se-á o processo, realizando a síntese das similaridades das teorias em questão, buscando a unicidade do contexto teórico e concomitantemente apresentando as possibilidades de contribuição do mesmo na análise das concepções dos estudantes em relação a ligações químicas. Na dialética entre as dimensões horizontal e vertical, em uma constante transição entre análise, síntese e análise, as vicissitudes na significação do conceito serão determinadas. A estruturação de tal dialética a partir dos componentes do pensamento químico possibilita distinguir de forma mais concisa, e conseqüentemente traçar relações e aproximações das áreas: representacional e experimental do conhecimento. Nesse aspecto a essência do fenômeno/objeto e a construção das representações podem ser melhor compreendidas.

O presente trabalho procura demonstrar que os processos de horizontalização e verticalização permeiam o movimento do concreto ao abstrato. O concreto é analisado em sua heterogeneidade, no desmembramento de suas particularidades (horizontalização), que possibilitará a determinação de elos comuns entre as experiências, sínteses que configuram abstrações (verticalização). Arquitetar a evolução do conceito por meio dessas ferramentas teóricas além de oferecer conhecimentos epistemológicos, traz considerações das representações, visualizações e experiências a serem utilizadas no ensino, contribuindo para a escolha desses elementos e predições em dificuldades, concepções e interpretações dos estudantes.

É importante salientar que o uso dos termos: experiência, modelo, visualizações, representações, conhecimento empírico, conhecimento teórico, ascensão, concreto e abstrato estão associados aos referenciais teóricos empregados.

Os componentes do pensamento químico

A representação do conhecimento químico em três componentes (“níveis de representação”, “tipos”, “dimensões”, “abordagens”, “linhas de pensamento”): macroscópico, microscópico e simbólico - o triplete químico, proposto por Johstone (1982) contribuiu não só para a compreensão e reestruturação de suas bases teóricas, como também possibilitou a produção de novos conhecimentos na área e no ensino de ciências (GILBERT & TREAGUST, 2009).

A compreensão do conhecimento científico através de uma perspectiva multifacetada contribuiu para a elaboração de currículos e pesquisas no ensino. O triplete devido ao seu caráter amplo tornou-se um paradigma no ensino de química, sendo alvo de diferentes adaptações e reinterpretções (TALANQUER, 2011).

Neste trabalho, serão considerados os “níveis representacionais” estruturados por Talanquer (2011), que procurou reduzir as ambigüidades e confusões provenientes das múltiplas interpretações do triplete (JOHNSTONE, 1982) presentes na literatura. Em sua proposta de reorganização do conhecimento químico, apresenta como componentes do conhecimento:

- **Experiências** - inclui modos diretos (através dos sentidos) ou indiretos (utilizando instrumentos) de experimentação, representam o conhecimento empírico dos sistemas químicos;
- **Modelos** – envolve modelos descritivos, explanatórios e teóricos desenvolvidos pelos químicos com base nos fenômenos experienciados, podem ainda prever comportamentos;

- **Visualizações** - sinais (símbolos e ícones) estáticos ou dinâmicos desenvolvidos para facilitar o pensamento quantitativo e qualitativo, assim como a comunicação. Abrangem: símbolos, fórmulas, equações matemáticas, gráficos, animações, simulações, modelos físicos, etc.

Os modelos e visualizações configuram as representações do fenômeno, enquanto as experiências o conhecimento experimental envolvido (figura 1). Além dessas componentes do pensamento, no artigo supracitado (TALANQUER, 2011) o autor ainda propõe escalas de tamanho (subatômica, molecular, supramolecular, multiparticular, mesoscópica, macroscópica), abordagens (matemática, histórica, contextual, conceitual) e dimensões (composição/estrutura, tempo, energia). São divisões que podem contribuir para a estruturação do processo de ensino/aprendizagem e ampliam as possibilidades do pensamento escalar.

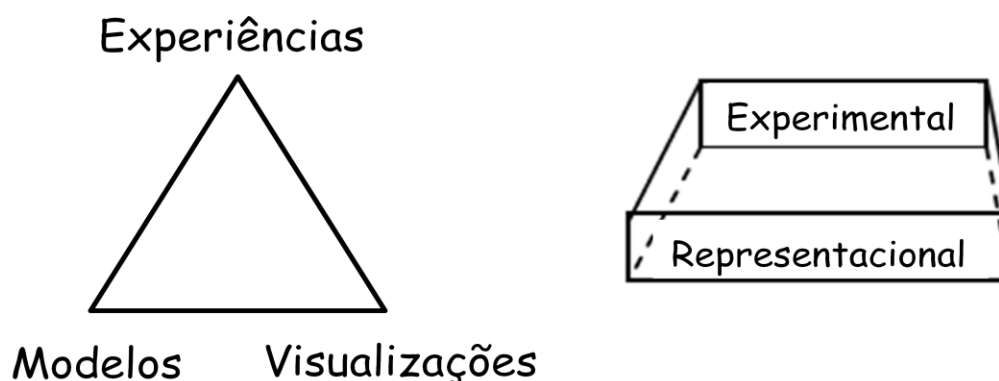


Figura 1. Componentes do pensamento químico e áreas do conhecimento químico propostos por Talanquer (2011).

Escalas

A concepção de escalas como conceitual e prática sócio-espacial, além de dimensional, tem presença antiga na geografia e outras disciplinas (SANTOS, 2006). São inúmeras as contribuições no trabalho de campo e estudos do meio na Geologia (COMPIANI, no prelo). Esse olhar diferenciado para o “lugar”, que considera o ambiente articulando e integrando-os, contribui para o trabalho interdisciplinar com as disciplinas de ciências.

As escalas e suas dimensões (horizontal e vertical) são um método de abordagem que busca evitar uma visão disciplinar fragmentada e a contextualização superficial que desconsidera a relação local/global. A partir de um enfoque integrador rompe-se com os paradigmas impostos por uma visão unilateral, que impede a análise de questões reais pelo seu distanciamento dos conceitos, procedimentos e atitudes (COMPIANI, 2007). A horizontalização proporciona a contextualização, evidência as singularidades realizando uma análise segmentada das partes. Enquanto a dimensão vertical trabalha a descontextualização, por meio da síntese que busca uma generalização do estudo.

O diálogo entre o local/global possibilita a localização do particular no geral, e a compreensão do geral em suas particularidades, os fenômenos passam a ser situados no espaço-tempo, e conseqüentemente analisados em seu processo dinâmico de (re)construção. O texto contribui no contexto que o produz, e o contexto proporciona reflexões sobre o texto. A dialética das dimensões (horizontal e vertical) produz uma concepção do processo em todas suas complexidades e particularidades.

As contribuições da abordagem escalar permeiam as pesquisas de diferentes áreas do conhecimento, a associação de diferentes modelos, teorias e conceitos corroboram para a

produção de novas perspectivas de estudo, reflexões sobre o conhecimento produzido, e até mesmo sobre a epistemologia desse conhecimento.

Teoria de ascensão do concreto ao abstrato

Abordagem epistemológica utilizada primeiramente por Karl Marx em o *Capital*, ela fundamenta a teoria educacional desenvolvida pelo grupo orientado por Vasili Vasilievich Davýdov (1930-1998). Segundo Libâneo (2004), Davýdov compõe a terceira geração de psicólogos russos e soviéticos que tem como referencial os trabalhos iniciados pela equipe de Lev Vygostsky (1896-1934). O suporte teórico de Davýdov, assim como dos seus predecessores é a concepção filosófica do materialismo dialético.

Assim como para Vygostsky, para Davýdov a aprendizagem é uma articulação de processos externos (interpessoais) e internos (intrapessoais), visando a internalização de signos culturais. A atividade sócio-histórica-cultural de caráter coletivo é determinante na formação das funções mentais pelo indivíduo.

[...] a atividade individual de aprendizagem pela qual o indivíduo se apropria da experiência sociocultural como ser ativo. Todavia, considerando-se que os saberes e instrumentos cognitivos se constituem nas relações intersubjetivas, sua apropriação implica a interação com os outros já portadores desses saberes e instrumentos [...] (LIBÂNEO, 20014, p.7)

Para Davýdov o conhecimento social é estruturado em conhecimento empírico e teórico. O conhecimento empírico é fruto das observações humanas e relacionado à suas atividades prático-materiais e sócio-políticas, captado no seu desmembramento cronológico e espacial do fenômeno, caracteriza-se pela análise singular do conceito em foco. São elementos do seu procedimento epistemológico: a observação, comparação, categorização e memória.

O conhecimento teórico é composto por um sistema conectado de fenômenos, não separados, é adquirido por atividade investigativa, surgindo no desenvolvimento de métodos para a solução de contradições. Iluminam os contrastes nas relações fundamentais de um fenômeno.

O pensamento teórico converge o pensamento empírico em uma lógica estrutural ampla que possibilita determinar um princípio geral, que se orienta na inteira multiplicidade (HEDEGAARD, 2002). O pensamento empírico fomenta o pensamento teórico, esse organiza sistematicamente aquele, resignificando-o. A ciência tende a passar da descrição dos fenômenos a revelação da essência como nexos internos dos mesmos (DAVÝDOV, 1972).

A teoria empírica do pensamento não pode descrever o processo de sua execução, já que seus princípios tem como suposição inicial a abstração a respeito da integridade dos objetos e exame de interconexões reais de suas facetas e propriedades (DAVÝDOV, 1972). Enquanto o pensamento teórico opera mediante análise dos seus vínculos internos, requer produção de meios especiais de abstração, análise e generalização para atingir os nexos internos (COSTA et al., 2012).

Os componentes do pensamento químico e a ascensão do concreto ao abstrato na horizontalização e verticalização das concepções discentes.

Aspectos de horizontalidade e verticalidade podem ser encontrados na divisão do conhecimento social realizada por Davýdov. O conhecimento empírico caracteriza a horizontalização do fenômeno que na sua análise singular, desmembrada da continuidade, realizada a partir de recortes da(s) experiência(s), permite a produção de visualizações que reproduzem o contexto experimental. Nesse contexto, nexos internos do fenômeno podem ser

determinados permitindo sua verticalização, que ocorre pela organização sistemática e sintética dos conhecimentos empíricos que irão compor os modelos do conhecimento teórico, essa estruturação possibilita não apenas a generalização, mas também a resignificação do conhecimento.

A promoção do conhecimento empírico em teórico ocorre, segundo Davýdov (1972), por intermédio de “operações especiais” que revelam o conteúdo das abstrações e generalizações. Um exemplo dessas operações é a capacidade de operar sistemas simbólicos. Segundo Costa e colaboradores (2012): “Os símbolos funcionam como um meio de reprodução da realidade, representada não por meio da própria natureza, mas das propriedades dos objetos que a compõem.” (p. 278). O químico devido a sua formação envolve-se em diferentes processos de horizontalização e verticalização do conhecimento da matéria, fato que o possibilita transitar nos níveis do pensamento associando fenômenos que aos olhos de uma pessoa despreparada não teriam relação. Essa inserção nos níveis do conhecimento associada a capacidade de relacionar as escalas dimensionais proporciona um olhar particular para o processo. Uma esfera com carga positiva, para um aluno pode ser um próton, mas para um químico a representação como um todo irá determinar se o elemento em destaque representa um próton, um cátion, um núcleo ou uma partícula α . O conhecimento teórico permite-lhe compreender o que deve ser observado e o que foi omitido da visualização, propiciando uma relação mais fiel entre as experiências e visualizações de acordo com os modelos utilizados. As visualizações têm um importante papel na produção e transmissão do conhecimento. Caracterizam-se como o elo intermediário entre o conhecimento empírico e teórico, além de serem o núcleo dos modelos e estarem diretamente relacionadas com as experiências.



Figura 2: Os conhecimentos teórico e empírico associados aos níveis do pensamento químico

Mortimer e colaboradores (1994) apontam para a relação entre o conhecimento ritual (conhecimentos dos procedimentos, o “saber fazer”) e o conhecimento dos princípios (entendimento de procedimentos e processos, essencialmente explanatórios). A regra do octeto é um procedimento útil para a previsão da valência e das fórmulas dos compostos. Esse procedimento frequentemente utilizado acaba por tornar-se um ritual (um dogma) onde a regra do octeto passa a ser sinônimo da formação da ligação química. O ritual acaba sendo assimilado de forma mecânica, o que torna o ensino sem sentido, desinteressante e memorístico.

O procedimento mecanizado utilizado para prever o comportamento dos átomos acaba por substituir o modelo de ligação química. O fenômeno passa a ser retratado por uma análise descritiva em detrimento a explicativa (foco no conhecimento empírico do processo ao invés do teórico). A dificuldade em experienciar o fenômeno - passagem não trivial da observação para a formulação de modelos; e a falha das representações, que frequentemente omitem um dos nexos internos mais importantes do modelo: a variação de energia potencial do sistema, desconfiguram o conceito.

Segundo Fernandes et al. (2010) através de um estudo realizado com graduandos do curso de licenciatura de química, observou que os alunos relacionam a formação da ligação química fundamentalmente a obtenção de uma camada completa.

Novamente o conhecimento empírico sobrepuja o conhecimento teórico; e o “conceito ligante”, a abstração primária que permite a generalização perde-se no processo de estruturação da representação. O pensamento empírico não pode descrever o processo de sua execução, não fornece meios para desvencilhar precisamente as peculiaridades substanciais do próprio objeto e não assegura o conhecimento da essência do fenômeno (DAVÝDOV, 1972). O pensamento teórico possui dependências intrínsecas e substanciais, impossíveis de serem observadas diretamente pelos sentidos, fato que caracteriza sua construção a partir da verticalização dos nexos internos, fundamento na horizontalização dos conhecimentos empíricos.

Fernandez e Marcondes (2006) destacam que os alunos associam a liberação de energia de uma ligação quando esta é rompida, a energia estocada nas ligações é liberada nos processos químicos. O modelo discente associa a ligação química a um armazenamento de energia, a ligação contém energia que será liberada na quebra da mesma. Os conhecimentos teóricos não foram organizados sob umnexo interno que permitisse a sua verticalização, produzindo uma generalização que não se orienta na inteira multiplicidade do fenômeno.

As limitações das representações, por vezes estáticas, bidimensionais e desassociadas podem proporcionar erros conceituais. Fernandez e Marcondes (2006) destacam camadas eletrônicas sendo interpretadas como conchas que encapsulam e protegem, ou como outras entidades físicas, elétrons que não se movem “presos” entre os núcleos em uma ligação química e concepções substancialistas, como a mudança de estado físico através da quebra das ligações. As dificuldades de representar ou omitir as relações entre energia e matéria podem ser destacadas. A ausência de representações que demonstrem a variação de energia do sistema, a dificuldade em se representar tal variação, a falta de domínio dos modelos envolvidos e/ou a não articulação entre modelos e visualizações corroboram para as confusões conceituais. Enquanto a tentativa de representar níveis de energia e orbitais do átomo acaba materializando-os em entidades físicas.

No caso das concepções substancialistas, a dificuldade em transitar pelas diferentes escalas dimensionais do conhecimento fazem com que as propriedades físicas associadas a substância sejam transpostas para as moléculas e átomos. A análise segmentada da parte impossibilita a visão do sistema como um todo, o pensamento empírico obstaculiza a compreensão dos conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento teórico.

Considerações Finais

A (re)significação dos componentes do pensamento químico ocorre na intersecção entre eles. Para a compreensão do conceito é necessário que o indivíduo transite por todos os níveis. No esquema formativo de conceitos de Davýdov ocorre o trânsito do sensorial, concreto e singular para o mental, abstrato e geral. Onde percepção, representação e conceitualização podem ser associadas em algum grau com as experiências, visualizações e modelos, respectivamente. As limitações do processo de transposição das experiências para as

visualizações associadas a distorções das mesmas, geradas por um olhar despreparado, dificultam o trabalho e significação das representações, além de modificarem os modelos.

Ambos, visualizações e modelos, compreendem a representação de fenômenos; experiências indireta ou diretamente presentes no cotidiano. A experimentação possibilita sua (des)construção, modificação e criação. Se o ensino não reside na intersecção desses componentes do conhecimento, o processo de ascensão do abstrato para o concreto é comprometido. O pensamento empírico deixa de ser um elemento constituinte do pensamento teórico, descaracterizando-o.

Os modelos têm em seu cerne as generalizações estabelecidas a partir de nexos reais (internos), vinculados a essência do processo, servem de princípio geral e orientam o pensamento teórico. As visualizações quando dissociadas desses nexos geram confusão e perturbações no modelo. O contato com inúmeros conhecimentos empíricos direta ou indiretamente relacionados ao fenômeno (horizontalização) possibilita sua organização a partir de aspectos generalizantes (verticalização).

No caso das ligações químicas, um dos nexos internos do fenômeno caracteriza-se pela variação de energia potencial do sistema, que devido as dificuldades de representação e forte mecanicismo do conhecimento empírico não permitem o conhecimento ontológico do processo. A concepção deturpada acaba por propagar-se para outros fenômenos. A associação da formação da ligação química com a regra do octeto, não possibilita, por exemplo, compreender a quebra da ligação química como um processo endotérmico.

Agradecimentos e apoios

À agência de fomento CAPES pela bolsa concedida e ao Prof. Dr. Maurício Compiani pelas discussões e orientações.

Referências

- COMPIANI, M. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de Ciências e Educação Ambiental. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 1, p. 29-45, 2007.
- COMPIANI, M. Aprofundando a Concepção de Pedagogia Crítica do Lugar/Ambiente. In: COMPIANI, M. (Org.) **Ribeirão Anhumas na Escola: pesquisa colaborativa entre escola e universidade gerando conhecimentos contextualizados e interdisciplinares**. Ed. CRV, 2015. Cap. 8, p. 179-202.
- COSTA, R. G.; PASSERINO, L. M.; ZARO, M. A. Fundamentos teóricos do processo de formação de conceitos e suas implicações para o ensino e aprendizagem de química. **Revista Ensaio**, v. 14, n. 1, 2012, p. 271-281.
- DAVÝDOV, V. V. **Tipos de generalización en la enseñanza**. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 1972.
- FERNANDES, L. DOS S.; CAMPOS, A. F.; MARCELINO JÚNIOR, C. DE A. C. Concepções Alternativas dos Estudantes sobre Ligação Química. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 3, 2010, p. 19–27.
- FERNANDEZ, C.; MARCONDES, E. R. Concepções dos Estudantes sobre Ligação Química. **Química Nova na escola**, n. 24, p. 20–24, 2006.
- GILBERT, J. K.; TREAGUST, D. **Multiple Representations in Chemical Education**. **United Kingdom**: Springer Science, 2009.
- HEDEGAARD, Marianne. A zona de desenvolvimento proximal como base para o ensino. In: DANIELS, Harry (org.). **Uma introdução a Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002, p. 199-227.

JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **Journal of Computer Assisted Learning**, v. 7, p. 75-83, 1991.

LIBÂNEO, J. C. A atividade didática e a aprendizagem do pensar e do aprender: a Teoria Histórico-cultural da Atividade e a contribuição de Davydov. **Revista Brasileira de Educação**, n. 27, 2004, p. 5-24.

MORTIMER, E. F.; MOL, G.; DUARTE, L. P. Regra do octeto e teoria da ligação química no ensino médio: dogma ou ciência? **Química Nova**, v. 17, n. 2, 1994, p. 243–252.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço**. 4^a Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; 2006. Capítulo 12, Horizontalidades e Verticalidades; p. 190-211.

TALANQUER, V. Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 5, 2011, p. 179-195.