

| Tipo de aportación: comunicación-oral

A APROPRIAÇÃO DE FILOSOFIA E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS EM SITUAÇÕES DE ESTUDO A PARTIR DA TEORIA DE VERGNAUD

Waldmir Araujo Neto, Marcelo Giordan e Maurício Pietrocola

Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo – São Paulo – Brasil

Palavras-chave: Campos conceituais, representação estrutural, didática da química.

Objetivos

A utilização de filosofia e história das ciências como um dos componentes da didática das ciências, tem sido amplamente divulgada em livros e periódicos, alicerçada pela confiança nessa estratégia como um meio de garantir, por exemplo, a aproximação do aluno com referenciais epistemológicos mais próprios de uma ciência para a cidadania. Entretanto, muitos desses aportes metodológicos não fazem menção a um marco teórico que estruture a teoria do conhecimento envolvida nessas atividades (Gilbert et al, 2004). O objetivo deste trabalho é apresentar a teoria dos campos conceituais de Gerard Vergnaud como um referencial para a didática das ciências integrem estratégias que incluam história e filosofia das ciências com os contornos de uma ciência para a cidadania. Nesse sentido, pretende-se discutir as possibilidades e limitações do referencial de Vergnaud, fundamentado em uma psicologia dos conceitos, para alcançar os processos de complexidade cognitiva e de discurso, requeridos para o contexto de uma ciência cidadã. Neste trabalho, estaremos restringindo nossas conjecturas acerca da teoria de Vergnaud à caracterização de situações de estudo em conexão com a filosofia e história das ciências. Este trabalho é um sub-projeto que integra uma tentativa de transposição da teoria de Vergnaud para a didática da química, utilizando-se como referencial o campo conceitual da representação estrutural.

Marco Teórico

A teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud (1996) é considerada como uma ampliação, e uma mudança de direção, em relação à teoria piagetiana das operações lógicas e das estruturas gerais do pensamento, para interpretar o funcionamento cognitivo do sujeito. Segundo Vergnaud (apud Moreira, 2002), o desenvolvimento cognitivo depende de situações e de processos de elaboração de conceitos específicos, sendo um caminho infrutífero a tentativa de reduzir a complexidade conceitual a um único tipo de lógica geral. Entretanto, Vergnaud reconhece a importância do trabalho de Piaget, destacando as idéias de adaptação, desequilíbrio e reequilíbrio como eixos importantes para a investigação em didática das Ciências e Matemática. Vergnaud também reconhece que a teoria dos campos conceituais foi desenvolvida a partir do trabalho de Vigotsky, considerando a importância da interação social, da linguagem e da formação de símbolos no domínio progressivo de um campo conceitual pelos estudantes.

O Campo Conceitual é um conjunto informal e heterogêneo de problemas, situações, conceitos, relações, estruturas, conteúdos e operações de pensamento, conectados uns aos outros, atrelados, provavelmente, durante o processo cognitivo. Outras definições, atribuídas pelo próprio Vergnaud aos Campos Conceituais, são: um conjunto de problemas e situações cujo tratamento requer conceitos, procedimentos e representações de tipos diferentes mas intimamente relacionados, ou, de forma mais simples, um conjunto de situações cujo domínio requer, por sua vez, o domínio de vários conceitos de naturezas distintas.

Segundo Moreira (2002), três argumentos principais levaram Vergnaud ao conceito de campo conceitual: um conceito não se forma dentro de um só tipo de situação; uma situação não se analisa com um só conceito; a construção e apropriação de todas as propriedades de um conceito ou todos os aspectos de uma situação é um processo extenso, com analogias e mal entendidos. Ainda segundo Moreira, o campo conceitual é considerado como uma unidade de estudo que procura dar sentido às dificuldades encontradas no processo de conceitualização do real.

O conceito é definido por Vergnaud como um tripleto, $C=(S, I, R)$, no qual: S é um conjunto de situações que dão sentido ao conceito; I é um conjunto de invariantes operatórios associados ao conceito, ou o conjunto de invariantes reconhecidos pelo sujeito para analisar as situações de estudo; R é o conjunto de representações simbólicas (linguagem, diagramas, gráficos, etc.) utilizadas para indicar e representar os invariantes, as situações e os procedimentos. Ou seja, S é o referente do conceito, I é o significado e R é o significante. No tripleto (S, I, R), S é a realidade, (I, R) a representação, considerada a partir do significado (I) e do significante (R).

As situações constituem a entrada de um campo conceitual. A situação é um conjunto de tarefas que dão sentido ao conceito. O conceito torna-se significativo através de uma variedade de situações. As relações que o sujeito estabelece com as situações e com os significantes proporcionam o sentido. Um significante ou uma situação podem evocar no sujeito esquemas que constituem o sentido dessa situação ou desse significante. O esquema é uma organização invariante para uma determinada situação ou classe de situações. Um esquema é um universal eficiente para um conjunto de situações e pode gerar diferentes seqüências de ações, procedimentos de coleta e controle de informações, dependendo de cada situação característica em particular. Os esquemas necessariamente se referem a situações, a ponto de Vergnaud considerar o estudo da interação sob a perspectiva *esquema-situação* do que *sujeito-objeto*, como preferia Piaget.

Os componentes de um esquema são: (i) objetivos e antecipações; (ii) regras de ação do tipo *se – então* que controlam a informação e proporcionam regras de busca, permitindo a seqüência de ações do sujeito; (iii) invariantes operatórios – *teoremas em ação* e *conceitos em ação*, que permitem que o sujeito reconheça os elementos pertinentes à situação e a categoria de informação que corresponde a tal situação; (iv) possibilidades de inferência – os raciocínios, que permitem ao sujeito determinar as regras e antecipar informações a partir de invariantes operatórios.

Dos componentes apresentados anteriormente, os invariantes operatórios, cujas categorias principais são teoremas em ação e conceitos em ação, constituem a base conceitual implícita, ou explícita, que permite obter a informação pertinente, os objetivos a serem alcançados, sendo responsável também pela inferência das regras de ação pertinentes. São os invariantes operatórios que fazem a articulação essencial entre teoria e prática. A busca e a seleção da informação estão baseadas no sistema de conceitos em ação que o sujeito possui e nos teoremas em ação que estão subjacentes a sua conduta. Para Vergnaud (1996) um teorema em ação é uma proposição considerada como verdadeira sobre o real e um conceito em ação uma categoria de pensamento considerada como pertinente.

Desenvolvimento do tema.

Desde a origem dos movimentos em prol de uma educação científica mais humanista, as abordagens nas quais prevalecia uma focalização conceitual se tornaram espécies antagônicas e excludentes. Nossa tentativa se coloca a favor de uma reconciliação produtiva entre os valores de uma educação científica cidadã, e os

aspectos conceituais inerentes às estruturas e temas científicos selecionados pelo domínio curricular.

Considera-se que a idéia chave para essa reconciliação passa pela assunção de que na teoria de Vergnaud é por meio de uma atividade (resolução de um problema, situação de estudo) que o conceito adquire sentido para o aluno. Cada situação de aprendizagem oferece uma possibilidade própria considerando-se, principalmente, a mediação do professor. Um marco introdutório para o desenvolvimento de situações de estudo que envolvam filosofia e história das ciências deve considerar prioritariamente a utilização da noção de história problema, envolvendo interlocução ou situação de interação social.

Considera-se que uma aproximação a partir da história seria potencialmente frutífera na medida em que é capaz de estabelecer com rigor e precisão a “dimensão temporal” (Pietrocola, 2003) do conhecimento, no sentido de uma dimensão inicial de pesquisa. A *Metodologia dos Programas de Investigação Científica* de Lakatos (1999) foi escolhida a partir do reconhecimento de uma possível simetria estrutural entre um Programa de Pesquisa e um Campo Conceitual. Essa simetria está localizada na possibilidade de diferentes Programas de Pesquisa constituir um Campo Conceitual singular, incluindo-se nesse caso programas concorrentes e rivais. Um programa de investigação lakatosiano possui, basicamente, dois movimentos: progressão e degeneração. Um programa de investigação progride, quando seu desenvolvimento teórico antecipa seu desenvolvimento empírico, ou seja, enquanto prediz fatos novos com sucesso, correspondendo a uma alteração de problemas progressiva. A degeneração de um programa de investigação ocorre quando passa a fornecer explicações pós-fato de descobertas ocasionais dentro de seu próprio contexto empírico ou de programas rivais. O limite de um Programa de Pesquisa está na sua capacidade de resolver e antecipar problemas dentro de um quadro de pesquisa de referência, ou seja, sua progressão está fundamentada na sua funcionalidade em dar conta de um conjunto de situações de pesquisa.

Na epistemologia das ciências experimentais, a relação entre o domínio teórico e domínio empírico se materializa nas discussões acerca do papel dos modelos na produção de conhecimento sobre o mundo. Segundo Bunge, *modelo teórico (ou Teoria específica)* – “...é um sistema hipotético-dedutivo que concerne a um objeto-modelo” (Bunge, 1974, p. 16) e “..., é obtido pela adjunção de suposições subsidiárias a uma estrutura geral... cobrindo uma espécie em vez de um gênero extenso de sistemas físicos”. (Bunge 1973¹, p. 53). De maneira semelhante, a aquisição de conhecimento pelos indivíduos pode ser entendida a partir da idéia de modelos e modelagem. Na perspectiva de Johnson-Laird (1983), os significados são interpretados como modelos mentais construídos pelos aprendizes em sua interação em situações de estudo, sendo tais modelos análogos estruturais da realidade que são raciocinados para resolver problemas nessas situações e que permanecem sendo utilizados enquanto se ajustam a tais situações. Segundo Gentner (2002), um modelo mental é uma representação. Essa representação é normalmente formulada acerca de algum domínio do conhecimento de uma situação que tem como objetivo auxiliar a compreensão, o raciocínio ou predição de novos eventos. De acordo com Gentner nos apresenta que o raciocínio que utiliza modelos mentais recorre preferencialmente a relações qualitativas. As pessoas em geral conseguem raciocinar bem sobre o fato de uma quantidade ser menor do que outra, sem

¹ Bunge, M. (1973), *Filosofia da Física*: edições 70, Lisboa, Portugal.

levar em conta, precisamente, suas magnitudes. Os modelos mentais, na perspectiva de Gentner e Stevens (1983), possuem um caráter qualitativo e frequentemente permitem um processo de *simulação mental*. A simulação mental corresponde à capacidade de conseguir “rodar” o modelo internamente, ou seja, prever como um sistema irá se comportar ou qual será o seu resultado.

Apesar de ser considerada uma ferramenta poderosa no processo de apreensão de significados, as pesquisas sobre modelos mentais revelam que muitos aprendizes são capazes de manter dois ou mais modelos inconsistentes entre si, dentro de um mesmo domínio de conhecimento. Por exemplo, aprendizes são capazes de fornecer um modelo para a explicação de como uma toalha molhada seca quando estendida ao sol e formular um modelo completamente diferente acerca das causas que levam uma poça de água evaporar, não verificando nenhuma conexão entre os dois fenômenos (Collins e Gentner, 1987). A explicação dada para isso remete a capacidade do aprendiz utilizar explicações locais que não são globalmente válidas, mantendo-se preso aos detalhes característicos de cada contexto. Esse padrão acentua a tendência daqueles que estão iniciando seus estudos em determinado domínio do conhecimento de formularem uma aprendizagem altamente específica, estritamente relacionada com as categorias que são utilizadas como contexto. Se cada modelo permanece sendo acessado em contextos específicos, essas inconsistências talvez nunca consigam ser superadas.

No ensino superior de química, a representação estrutural, por exemplo, é um domínio que faz uso de estruturas de conhecimento muito próprias e muitas vezes servem como paradigma para a demonstração de conflitos inerentes às perspectivas tradicionais de conceitualização, tais como a impossibilidade de se encontrar uma contrapartida de contexto no real. Neste sentido, as noções de modelo mental sugeridas por Johnson-Laird e Genter e Stevens nos parecem incompletas quando integradas numa perspectiva didática, pois necessitam ser redimensionadas para agregar os aspectos funcionais e contextuais na construção de significados, de modo a incluir aspectos dos conceitos de teoremas em ação e conceitos em ação, considerados fundamentais na aprendizagem de situações de estudo próprias de um Campo Conceitual.

A introdução do tema representação estrutural ao estudante oferece uma oportunidade de qualificar ontológica e epistemologicamente o sentido da representação. Representar moléculas não possui o mesmo sentido ontológico de representar a costa do Brasil em um mapa. Nesse tipo de atividade as escolhas epistemológicas do professor podem sobressair, ou ter-se como resultado um conjunto de questões abertas e marcadas por diferentes influências (Giere, 1988; French, 2002).

A utilização de filosofia e história da ciência em situações de estudo de representação estrutural fornece a possibilidade de enquadramento temporal do discurso pretendido na atividade. Na perspectiva de Vergnaud, pretendemos com isso hierarquizar atividades e conseqüentemente os invariantes operatórios. Parece-nos mais próprio situar as atividades a partir do desenvolvimento do programa de pesquisa da química orgânica, no qual temos o início da confiança nas relações estrutura-propriedade. Quer dizer, estamos nos referindo aos primeiros acordos culturais de ícones e linguagem que proporcionaram o que temos hoje como representação estrutural.

Conclusões

O referencial teórico dos campos conceituais pode contribuir para didática das ciências no sentido de promover uma aproximação entre estratégias que privilegiam a formulação de uma ciência para a cidadania e estratégias que focalizam uma abordagem conceitual na dimensão do ensino. Esse fato decorre da necessidade implícita de não

submeter a didática das ciências a uma “ditadura dos contextos”, de tal modo que processos de contextualização em seus mais diferentes sentidos possam ser sempre utilizados com pertinência na prática do ensino das ciências. Deve-se ter em mente que nem sempre podemos ancorar nossa ação discursiva na realidade, do que decorre que deveríamos também procurar se não resolver, pelo menos tomar um partido epistemológico acerca da realidade em nossas atividades docentes.

Não se pretende tornar a filosofia e a história das ciências em uma “panacéia didática”, mas garantir que sua utilização possa trazer funcionalidade produtiva ao trabalho dialético que deve ser característica da atividade docente. Assim, pretende-se que filosofia e história das ciências, em elaboração como programas de pesquisa lakatosianos, façam parte de situações de estudo que propiciem tanto a formulação de conceitos quanto a formação de sujeitos engajados e críticos de sua participação na sociedade. Finalmente, faz-se importante lembrar que tratamos de estratégias, entretanto, acredita-se que haja confluência em relação às finalidades de ensino.

Referências Bibliográficas

- COLLINS, A.; GENTNER, D. (1987). How People construct mental models. In HOLLAND, D.; QUINN, N. (eds.) *Cultural Models in Language and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 243-265.
- FRENCH, S. (2002). A model-theoretic account of representation. Philosophy of Science Assoc. 18th Biennial Mtg.
- GENTNER, D. (2002). Psychology of Mental Models. In SMELSER, N. J.; BATES, P. B. (Eds.) *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*. Amsterdam: Elsevier Science, pp. 9683-9687.
- GENTNER, D.; STEVENS, A. (Eds.). (1983). *Mental Models*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates inc.
- GIERE, R. (1988). *Explaining Science: A Cognitive Approach*. Chicago University Press, Chicago.
- GILBERT, J.K., JUSTI, R., VAN DRIEL, J. H., DE JONG, O., TREAGUST, D. F. (2004). Securing a future for chemical education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(1), pp. 5-14.
- JOHNSON-LAIRD, P. (1983). *Mental Models*. Cambridge (MA), Harvard University Press.
- LAKATOS, I. (1999). *Falsificação e metodologia dos programas de investigação científica*. Lisboa: Edições 70.
- MOREIRA, M. A. (2002). A teoria dos campos conceituais de Vergnaud, o ensino de ciências e a pesquisa nesta área. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(1), pp. 1-17.
- PIETROCOLA, M. (2003). A História e a Epistemologia no Ensino Ciências: dos Processos aos modelos de Realidade na Educação Científica. In ANDRADE, Ana Maria R. (org.) *Ciência em Perspectiva: estudos, ensaios e debates*. Rio de Janeiro: MAST: SBHC, pp. 133-149.
- VERGNAUD, G. (1996). A trama dos campos conceituais na construção dos conhecimentos. *Revista do Gempa*, 4, pp. 9-19.