

REFLEXÕES ACERCA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE CONCEITOS DE MECÂNICA QUÂNTICA NO ENSINO DE QUÍMICA: ENTRAVES E PERSPECTIVAS.

SUART JR. BENTO, J. (1) y SILVIA REGINA, Z. (2)

(1) Química. Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP suart@bol.com.br

(2) Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho - UNESP. silviazuliani@fc.unesp.br

Resumen

Os tópicos de mecânica moderna têm especial significado nos estudos de Química, pois compõem as explicações para a estrutura da matéria. No entanto o desenvolvimento destes mostra-se extremamente complexo. Neste trabalho são realizadas discussões acerca de questões que permeiam a transposição didática para os modelos quânticos no Ensino de Química. Questões relativas ao desenvolvimento de modelos mentais distintos entre químicos e físicos assim como obstáculos epistemológicos na natureza da teoria estão associados a esta transposição. Abordagens que reflitam as necessidades da química mostram-se então necessárias enfatizando-se aspectos fenomenológicos e questões histórico-filosóficas da teoria.

Objetivos

O presente trabalho visa uma análise de questões referentes à transposição didática dos modelos clássicos para os modelos quânticos no Ensino de Química.

Compreender a natureza e seus fenômenos implica em compreender a natureza e o comportamento dos átomos. Nesta perspectiva como vêm sendo trabalhados os tópicos de mecânica quântica?

Em uma revisão da literatura referente aos tópicos de ensino de mecânica quântica Greca e Moreira (2001) se deparam com alguns problemas. As análises e metodologias desenvolvidas e apresentadas além de serem escassas na área geralmente encontram-se desprovidas de referenciais teóricos. Constata-se também a dificuldade de abordagem por parte dos professores no desenvolvimento do tema em sala de aula. Verifica-se, no entanto, que as referências citadas encontram-se todas no domínio do Ensino de Física. O que ocorre no Ensino de Química? Podemos perceber que os conceitos de quântica são intrínsecos aos conteúdos iniciais de estudo.

Os documentos oficiais indicam a utilização de fatos do cotidiano assim como a importância da Química no desenvolvimento humano. Em especial, se enfatiza a experimentação, já que os conteúdos abordados nessa disciplina foram desenvolvidos ao longo da História através de metodologias experimentais. Contudo, poucos são os aparatos experimentais que podem ser abordados em sala de aula para o desenvolvimento de conceitos e modelos. Outro aspecto é de grande relevância: os conteúdos de atomística, em que se encontram as definições de modelos atômicos estão permeados por conceitos de domínio da Física.

Estes são apresentados nos primeiros tópicos do primeiro ano do Ensino Médio na disciplina Química, e mostram-se cognitivamente elevados, porém, são essenciais ao desenvolvimento dos tópicos seguintes como ligações químicas. Sem sua sólida compreensão, torna-se uma questão de fé aceitá-los. Segundo Lopes (2004):

Os conceitos físicos são, na sua maior parte, conceitos formais, ou seja, conceitos que têm de ser identificados, evocados, delimitados, definidos, utilizados e legitimados de maneira essencialmente diferente da que os alunos estão habituados a fazer para conceitos como folha, mesa, motor, etc. (p.100)

Nas questões relativas à atomística, ou ainda no desenvolvimento dos conteúdos de Química estruturados na teoria Mecânica Quântica, Física e Química parecem indissociáveis. Entretanto, físicos e químicos têm desenvolvimentos distintos quanto a modelos mentais (GRECA e SANTOS,

2005).

Segundo Greca e Santos (2005):

Na Química o processo de modelação tal como é apresentado aos estudantes é bastante diferenciado. Na Física desde o início da carreira universitária, modelar uma situação envolve, como vimos, expressar matematicamente as relações físicas entre os objetos idealizados para modelá-la, a partir dos supostos de um dado modelo. Na Química, no entanto, este tipo de modelação é deixado para níveis mais avançados. Em geral, ao nível universitário introdutório, se pretende que os estudantes sejam capazes de modelar uma situação a partir da utilização de uma representação pictórica, que lhes permita raciocinar e que possa ser expressa na sua contrapartida simbólica. (p. 36)

Metodologia

Levantando os pontos polêmicos ou classificáveis como passíveis de dificultar a aprendizagem para os alunos, procuramos inicialmente estudar os textos originais tais como artigos de Heisenberg, Bohr, Schroedinger, Popper, Planck e Born.

Buscamos também a leitura de autores que trabalharam com análises filosóficas ou cognitivas, ou mesmo a aplicação destes conceitos em situações de ensino. Os principais pontos encontrados são apresentados nas conclusões a seguir.

Conclusão

Identificam-se três conhecimentos chaves para a transposição do modelo atômico de Bohr para o modelo quântico probabilístico: A Superposição de Estados, a dualidade partícula-onda e o princípio de incerteza de Heisenberg (GRECA et al., 2001).

O caráter dual do elétron é uma das grandes questões da Mecânica Quântica. Classicamente, uma partícula pode ser concebida como uma bola muito pequena, a qual possui trajetória bem definida (PESSOA, 2005). Uma onda é definida como uma excitação que se propaga de forma dispersa no espaço. Como compreender a simultaneidade destas duas definições ao supor-se que o elétron possui caráter dual? Seria o mesmo que admitir que este seja contínuo e descontínuo. Segundo Johnston et al. (1998), a dificuldade de compreensão por parte dos alunos se deve às imagens preconcebidas destes dois conceitos: “*Todos os modelos mentais com os quais eles já trabalharam antes, onda ou partícula, são modelos pictóricos* (p. 431, tradução livre)”.

A descontinuidade da matéria exige que as propriedades sejam definidas de forma probabilística, sendo necessário definir *estados*. Segundo a Mecânica Quântica se dois estados são possíveis, a soma destes também é um estado possível. Esta premissa é conhecida como “Princípio de Superposição”. Pessoa (2005) levanta quatro possíveis interpretações para um estado Quântico de acordo com questões epistêmicas:

Tabela 1 *Quatro interpretações da natureza do estado quântico $|\Psi\rangle$. Extraída de PESSOA JUNIOR, O. Conceitos de Física Quântica, 1ªed.. São Paulo, Livraria da Física, 2003.*

Interpretação	$ \Psi\rangle$ é real ou deve ser interpretado de modo epistêmico?	$ \Psi\rangle$ fornece uma descrição completa ou incompleta?
1. Ondulatória	Real	Completa
2. Coletivos estatísticos	Epistêmico	Incompleta
3. Dualista Realista	Real	Incompleta
4. Complementarista	Epistêmico	Completa

Quadro 1 *Quatro interpretações da natureza do estado quântico $|\Psi\rangle$. Extraída de PESSOA JUNIOR, O. Conceitos de Física Quântica, 1ªed.. São Paulo, Livraria da Física, 2003.*

Por outro lado, historicamente o princípio de incerteza apresenta interpretações distintas com relação à sua origem e significado. Chibeni (2005) apresenta três possíveis interpretações para o Princípio de Incerteza, duas das quais propostas pelo próprio Heisenberg e uma terceira definição

proposta por Max Born e Erwin Schroedinger.

A ocorrência de construções cognitivas distintas entre os modelos mentais de físicos e químicos desperta então a necessidade de abordagens diferentes. Concomitantemente salienta-se a necessidade de que a Física e a Química caminhem juntas numa descrição formal em que os conceitos estejam em concordância em relação ao nível cognitivo e epistêmico.

Os principais conceitos para a transposição didática do modelo clássico para o modelo quântico probabilístico podem ser interpretados através de experimentos de pensamento, ou demonstrados através de formalismo clássico. Porém, os aspectos filosóficos, principalmente as limitações das possíveis interpretações, norteiam muitas das concepções acerca dos próprios conceitos. Os modelos clássicos ainda são salientados no nível superior, e a transposição didática produzida, não leva em consideração os quesitos discutidos anteriormente.

Sendo assim, explicita-se aqui a necessidade do estudo de abordagens que reflitam as necessidades da Química, o caráter fenomenológico da ciência, assim como seu aspecto filosófico, como construção do pensamento humano.

Referências Bibliográficas

CHIBENI, S.S. (2005). *Certezas e incertezas sobre as relações de Heisenberg*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.27, 1.2, pp. 181-192.

GRECA, I.M., MOREIRA M.A. (2001). *Uma revisão da literatura sobre estudos relativos ao ensino da mecânica quântica introdutória*. *Investigações em Ensino de Ciências* – v.6(1), p. 29-56.

GRECA, I.M., SANTOS F.M.T.(2005). *Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da Física e da Química*. *Investigações em Ensino de Ciências*, v.10, n1.

JOHNSTON, I.D. CRAWFORD, K. and FLETCHER, P.R.. (1998). *Students difficulties in learning*

quantum mechanics. International Journal of Science Education, 20:4, pp. 427-446.

PESSOA JUNIOR, O. (2003). *Conceitos de Física Quântica*, 1ªed.. São Paulo, Livraria da Física.

CITACIÓN

SUART JR., J. y SILVIA, Z. (2009). Reflexões acerca da transposição didática de conceitos de mecânica quântica no ensino de química: entraves e perspectivas.. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 898-903
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-898-903.pdf>