

## TRANSPosição DIDÁTICA: UMA ANÁLISE DO DISTANCIAMENTO DOS SABERES DE QUÍMICA QUÂNTICA NOS LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO MÉDIO

G. R. Silva<sup>1</sup>, E. Chagas<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal do Mato Grosso do Sul  
geilsonrodrigues367@gmail.com

Submetido 25/04/2015 - Aceito 20/11/2017  
DOI: 10.15628/holos.2017.3005

### RESUMO

Este trabalho buscou evidenciar a utilização da transposição didática no ensino de Química, mais especificamente do saber sábio ao saber ensinar. A pesquisa, teve caráter qualitativo, no qual realizou-se a análise de um livro do ensino superior adotado como saber sábio e de livros didáticos utilizados no ensino médio como saber a ensinar. A análise destes livros foi feita por meio da técnica de Análise de Conteúdo, mais especificamente pela categorização dos dados. Como objeto de análise, foram utilizados os números

quânticos, evidenciando-se o processo de transposição entre o saber sábio e o saber ensinar. Ocorre nesta etapa uma mudança do saber e a consequente simplificação dos números quânticos, fator que ocasiona o distanciamento e a descaracterização desse campo de conhecimento, assim como a sua descontextualização. Contribuindo com isso para a existência de diversas dificuldades no processo de ensino-aprendizagem desse conteúdo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Química, Números Quânticos, Análise de Conteúdo, Saber Sábio.

## TRANSPOSITION DIDACTIC: AN ANALYSIS OF THE DISTANCING OF QUANTUM CHEMISTRY KNOWLEDGE OF IN HIGH SCHOOL TEXTBOOKS

### ABSTRACT

This work sought to demonstrate the use of didactic transposition in the teaching of Chemistry, more specifically of knowing wise to know how to teach. The research had a qualitative character, in which the analysis of a book of higher education was adopted as knowing wise and of textbooks used in high school as knowing how to teach. The analysis of these books was done through the technique of Content Analysis, more specifically by the categorization of the data. As an

object of analysis, the quantum numbers were used, evidencing the process of transposition between wise knowledge and teaching knowledge. At this stage a change of knowledge and the consequent simplification of quantum numbers occur, a factor that causes the distancing and de-characterization of this field of knowledge, as well as its decontextualization. This contributes to the existence of several difficulties in the teaching-learning process of this content.

**KEY-WORDS:** Chemistry Education, Quantum Numbers, Content Analysis, knowing Wise.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho é resultado de uma das etapas elaboradas em uma pesquisa que visou a inserção de tópicos de Química Quântica no ensino médio. A pesquisa consiste em três etapas: revisão de literatura, análise de livros didáticos e preparação de uma sequência didática. Este artigo apresenta um recorte desse estudo, restringindo-se à etapa de análise de livros didáticos. Para atingir tal fim, utilizou-se como referencial teórico a Transposição Didática.

Esta metodologia foi utilizada por Yves Chevallard no ensino de Matemática com o objetivo de analisar a maneira o saber sábio – conhecimento proposto pelos cientistas – é abordado na sala de aula e transforma-se no saber ensinado. Nesse sentido, é plausível levantar a discussão acerca da necessidade de se analisar o percurso dos saberes químicos em seu caminho até a sua inserção no ambiente escolar, tendo como ótica o marco teórico supracitado.

Em consonância com esta ideia, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), ao dissertar sobre o aprendizado de Química esperado para o nível médio, deixa claro que os estudantes devem dominar a análise de transformações químicas e suas utilizações para emitir pareceres enquanto cidadãos, além de buscar uma compreensão do conhecimento científico aplicado em várias áreas tecnológicas, em congruência com o nível cognitivo dos discentes. (BRASIL, 1999).

O PCNEM+, de forma complementar ao PCNEM, aponta que, historicamente, o conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico em geral, o da Química, em particular requer o uso constante de modelos com elevada capacidade preditiva de fenômenos da natureza (BRASIL, 1999; 2002).

Nesse sentido o conhecimento escolar deve fomentar o diálogo entre saberes de modo a propiciar a todos os estudantes o acesso a tópicos indispensáveis para a compreensão das diferentes realidades no plano da natureza, da sociedade, da cultura e da vida. Assume importância, nessa perspectiva, a promoção de um amplo debate sobre a natureza da produção do conhecimento científico. É importante ressaltar que esses saberes devem embasar os estudantes para dar-lhes condições de buscar e analisar novas referências e novos conhecimentos, de tal forma que permita a aquisição de habilidades mínimas necessárias à utilização adequada das novas tecnologias, assim como, de dominar procedimentos básicos de investigação e de produção de saberes científicos (BRASIL, 2013).

Para um Ensino de Química eficiente, espera-se que o discente tenha uma sólida base em conhecimentos químicos, especialmente se esta agregar uma trilogia de adequação pedagógica fundada em: contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite no estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento; respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo, que garanta ao estudante tratamento atento a sua formação e a seus interesses; e o desenvolvimento de competências e habilidades em consonância com os temas e conteúdos do ensino (BRASIL, 1999; 2002).

Ainda nesse viés, as Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica (DCNEGB) de 2013, especifica que os conhecimentos escolares podem ser compreendidos como um arcabouço de saberes que a escola seleciona e transforma para torná-los passíveis de serem ensinados. Esse processo é o cerne da transposição didática interna que é marcado pela passagem

do saber ensinar ao saber ensinado.

A partir disso a principal ferramenta que é utilizada pelos docentes no ambiente escolar na qual remete ao saber a ensinar trata-se dos livros didáticos que na visão de Neves e Barros (2011) concordando com Marandino (2004) apontaram que os autores de materiais e livros didáticos transformam o conhecimento acadêmico de uma maneira que o segmenta e descaracteriza dos processos históricos. Além de distanciá-lo do saber sábio ordenando-o em unidades e tópicos e compactando séculos de avanços científicos em poucas páginas. Com isso, o conhecimento de diferentes áreas sofre mudanças ao transformar-se em conhecimento escolar.

Sendo assim, pode-se evidenciar a necessidade de uma adequação pedagógica ao ensino. Isso é previsto nos documentos oficiais e, portanto, crucial na prática docente. Dentre as várias adaptações existentes, a Teoria da Transposição Didática proposta por Yves Chevallard passa a ser utilizada no Ensino de Química.

Dessa forma o presente trabalho tem como objetivo analisar o processo de Transposição Didática do Saber Sábio para o Saber a Ensinar em livros didáticos do Ensino Superior e Médio respectivamente.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A teoria da Transposição Didática foi formulada originalmente pelo sociólogo Michel Verret, em 1975. Somente em 1982 os matemáticos Yves Chevallard em colaboração com Marie-Albert Joshua retornaram essa ideia e a inseriram em uma unidade didática mais específico, tornando-a uma teoria e com ela investigando aspectos da epistemologia da Matemática. (BROCKINGTON, 2005).

A Teoria da Transposição Didática, segundo Chevallard (1982), parte da premissa da existência de três esferas do saber: o Saber Sábio, produzido pelos cientistas, ou seja, o conhecimento original de onde se inicia o processo, sendo este saber aceito pela comunidade de pesquisadores e representa o paradigma vigente por um período histórico até a sua refutação. O Saber a Ensinar, constitui-se o saber que faz parte dos currículos das escolas; e o Saber Ensinado, que é o conhecimento realmente levado para a sala de aula e ensinado aos alunos.

Somando-se a essa visão, Brockington e Pietrocola (2005), realizam um detalhamento sobre os saberes. O Saber Sábio representa o conhecimento produzido pelos cientistas e socializados em congressos ou periódicos científicos. Este tipo de saber é desenvolvido sob regras sistemáticas por meio da utilização do método científico, sendo avaliado pelos pares das respectivas áreas que emergem esse conhecimento. Ao ser transposto para o contexto escolar, esse saber transforma-se no Saber a Ensinar que é o saber que aparece nos projetos políticos pedagógicos, livros didáticos e materiais instrucionais.

Considera-se, como integrantes dessa esfera, autores de livros didáticos, professores dedicados ao ensino em diferentes níveis escolares e a comunidade envolvida nos programas escolares. Quando o professor ministra suas aulas, tendo como base o saber a ensinar, ele reestrutura esse saber constituindo-se com isso o Saber Ensinado. Nesse momento ocorre a inserção de assertivas de cunhos didáticos, pois essa fase da transposição está voltada para os lócus profissional do docente. É importante ressaltar que alguns domínios presentes Saber Sábio serão suprimidos no Saber Ensinado.

De acordo com Chevallard (1991), os pontos de convergência do Saber Sábido e o Saber Ensinado constituiu-se o cerne de uma análise didática do processo de ensino. As relações entre os saberes estão imersas em um ambiente de grandes debates e mesmos conflitos do ponto de vista da influência da noosfera no sistema escolar, que permite a formulação de políticas educacionais voltadas para a Educação.

A principal contribuição do trabalho de Chevallard consistiu claramente na análise das modificações de um conceito ao ser transposto do ambiente de pesquisa para o de ensino. O conceito matemático, foco da pesquisa de Chevallard, foi modificado em relação a sua origem até a inserção no Ensino Básico. Esse processo de transposição transforma o saber, dando-lhe outro caráter epistemológico (ASTOLFI e DEVELAY, 1995).

No ensino de Ciências, na maior parte dos casos, o saber se apresenta modificado e esse fator provoca diversas deformações epistemológicas. Com isso, é necessária uma reflexão acerca do processo de desenvolvimento da Transposição Didática no que tange a sua utilização na Educação.

### 3. METODOLOGIA

Os dados desta pesquisa foram obtidos por meio da análise de um livro do ensino superior e de livros didáticos utilizados no ensino médio. O livro utilizado como saber sábio é o de uso mais recorrente no curso de Licenciatura Plena em Química do IFMS (Instituto Federal de Mato Grosso do Sul), Campus Coxim. Como referência para o Saber Ensinar foram adotados os livros aprovados pelo guia PNLD 2012 (Programa Nacional do Livro Didático, de 2012 a 2014).

A partir dessas prerrogativas, utilizou-se como referência para o Saber Sábido o livro do ensino superior *Química: A Ciência Central* (BROW, LEMAY, BURSTEN, 2009), pois essa obra mesmo tendo passado pela transposição didática apresenta elos que remetem ao saber original propostos pelos cientistas que são interpretados do ponto de vista das regras da transposição didática que se mostram efetivas nessa análise, permitindo assim inferir que o livro apontado pertence ao saber sábio.

Sendo assim Siqueira (2006), dissertou acerca destas regras que foram incorporadas na análise e permitiu a emergência dessas características apontadas a seguir que levaram a escolha do livro apresentado como referência para o saber sábio: Modernização do saber (apresentação de tópicos na fronteira do desenvolvimento tecnológico), Atualizar o saber escolar (inserir números quânticos de forma efetiva na educação escolar), Articular o saber novo com o antigo (o nascimento da velha mecânica quântica e o surgimento da mecânica quântica ondulatória), Transformar um saber em exercícios e problemas ( aplicação do arcabouço teórico em situações limites do conhecimento em uma determinada área), Tornar um conceito mais compreensível (utilização de conceitos científicos aplicados no contexto da sociedade).

Tendo em vista esses apontamentos optou-se por analisar o conteúdo de números quânticos, devido a existência de dificuldades de abordagens desse tópico.

Para a referência do Saber a Ensinar, foram adotados os seguintes livros do ensino médio, todos do volume 1: *Química na abordagem do cotidiano*, (PERUZZO e CANTO 206); *Química: Meio Ambiente – Cidadania – Tecnologia* (REIS, 2011); *Química* (MORTIMER e MACHADO, 2012); *Química para a nova geração – Química cidadã* (SANTOS, et.al. 2010); e *Ser Protagonista – Química* (LISBOA, 2010).

Os dados obtidos na pesquisa foram examinados por meio da Análise de Conteúdo de Laurence Bardin (2009), mais especificamente pela Categorização, que é um conjunto de técnicas utilizadas para observar a comunicação. A Análise de Conteúdo tem uma organização bem definida em torno de três fases, conforme descrito por Bardin: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, que se dividem entre a inferência e a interpretação.

A pré-análise é a fase na qual os dados passam por uma leitura flutuante, onde o pesquisador possui o intuito de conhecer as respostas obtidas. A partir de leituras mais analíticas, já é possível relacionar ao objetivo da pesquisa algumas categorias. (BARDIN, 2009)

A exploração do material constitui a segunda fase : a definição das categorias (sistemas de codificação) a partir do material já selecionado; a identificação das unidades de registro (unidade de significação a codificar) que corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade base, visando à categorização e à contagem frequencial; e as unidades de contexto nos documentos (unidade de compreensão para codificar a unidade de registro) que correspondem ao segmento da mensagem, a fim de compreender a significação exata da unidade de registro. A exploração do material consiste numa etapa importante, porque vai possibilitar ou não a riqueza das interpretações e inferências que representam em conjunto a terceira fase da análise de conteúdo (BARDIN, 2009).

A partir da utilização das três etapas da análise de conteúdo apresentado, foi possível determinar as categorias que foram adotados para análise dos dados.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise do livro do ensino superior adotado como Saber Sábido, elencaram-se cinco categorias: 1 – Aspectos históricos; 2 – Fundamentação conceitual; 3 – Ilustrações dos orbitais; 4 – Aplicações tecnológicas; 5 – Distribuição eletrônica, que representam o escopo conceitual pertinente ao domínio do saber sábio que emergiu a partir da análise de conteúdo.

Partindo desses pressupostos, buscou-se evidenciar como essas categorias estão presentes no livro *Química: a ciência central*. Para isso, apresentamos nos quadros 1, 2, 3, 4 e 5 as respectivas categorias e evidenciamos como essas características estão presentes no Saber Sábido.

No Quadro 1, é possível visualizar como os tópicos históricos são apresentados e, com isso, perceber o processo de construção e discussão que levou à formulação da teoria quântica, base epistemológica atualmente aceita e da qual deriva o conhecimento acerca dos números quânticos.

**Quadro 1: Aspectos históricos.**

No livro adotado como Saber Sábio, temos no capítulo 6 uma discussão epistemológica acerca da mecânica quântica que remete o processo histórico da construção do conhecimento científico é evidenciada. Abaixo, podemos visualizar alguns fragmentos de destaque que evidenciam esse debate:

*“Em 1900 o físico alemão Max Planck, resolve o problema da radiação do corpo negro, ao propor que a energia podia ser liberada (ou absorvida) por átomos apenas em pedaços distintos de tamanhos mínimos. Planck deu o nome de quantum que significa quantidade fixa, para a menor quantidade de energia que podia ser emitida ou absorvida como radiação eletromagnética.” (p. 185)*

*“Poucos anos após Planck apresentar sua teoria os cientistas começaram a ver sua aplicabilidade para um grande número de observações experimentais. Rapidamente se tornou evidente que a teoria de Planck, tinha com ela as sementes de uma revolução no modo como o mundo físico era visto. Em 1905, Albert Einstein usou a teoria quântica de Planck para explicar o efeito fotoelétrico<sup>1</sup>.” (p. 186)*

*“Os trabalhos de Planck e Einstein abriram caminho para a compreensão de como os elétrons são distribuídos nos átomos. Em 1913 o físico dinamarquês Niels Bohr propôs uma explicação teórica para os espectros de linha<sup>2</sup>.” (p.188)*

*“O Modelo de Bohr oferece uma explicação para o espectro de linhas do átomo de hidrogênio, contudo este modelo não pode explicar o espectro de outros átomos. O modelo proposto por Bohr foi apenas um importante passo em direção ao desenvolvimento de um modelo mais abrangente.” (p.192)*

*“Nos anos posteriores ao desenvolvimento do modelo de Bohr para o átomo de hidrogênio, a natureza dual da energia radiante tornou-se um conceito familiar. Dependendo das circunstâncias experimentais a radiação parece ter um caráter ondulatório ou de partícula (fóton). Louis de Broglie quando trabalhava em sua tese de doutoramento em física na sorbonne, em Paris corajosamente defendeu essa ideia.” (p.192)*

*“O físico Erwin Schrodinger propôs uma equação conhecida como equação de onda que incorpora tanto o comportamento ondulatório da matéria como o de partícula do elétron. Seu trabalho abriu uma nova maneira de lidar com partículas subatômicas que ficou conhecida como mecânica ondulatória.” (p.195)*

Fonte: livro *Química: a ciência central*

Por meio dos fragmentos de textos extraídos do livro, adotado como Saber Sábio, é possível tecer inferências acerca da evolução do conhecimento científico, sendo necessário diversos debates para formular o modelo atualmente aceito. Essas evoluções dos modelos científicos propiciam uma visão de como a ciência evolui. De maneira complementar a essa visão, Souza e Justi (2012) evidenciaram que é necessário mostrar que o conhecimento científico é dinâmico e passível de mudança, fator que permite ao estudante e ao professor o desenvolvimento de uma visão mais abrangente, crítica e reflexiva sobre a natureza da Ciência. Por meio dessa discussão, é perceptível elencar a importância da História da Ciência nesse contexto e, com isso, justifica-se a categoria elencada de aspectos históricos.

No Quadro 2, visualizam-se fragmentos de textos do livro adotado como Saber Sábio que retratam algumas bases teóricas que constituem a fundamentação conceitual.

<sup>1</sup> Efeito Fotoelétrico: Ocorre quando fótons de energia suficiente alta colidem com uma superfície metálica, com isso elétrons são emitidos do metal.

<sup>2</sup> Espectro de Linhas: É um espectro que contendo apenas radiações de comprimentos de ondas específicos.

**Quadro 2: Aspectos da Fundamental Conceitual abordados no Saber Sábio.**

Para a descrição dos números quânticos, inicia-se uma introdução ao princípio da incerteza, conforme vemos abaixo:

*“O físico alemão Werner Heisenberg apontou no seu trabalho que a natureza dual da matéria coloca uma limitação fundamental em como podemos determinar precisamente a posição e momento de qualquer objeto.” (p.193)*

*“A hipótese formulada por De Broglie e o princípio da incerteza de Heisenberg estabeleceram a base para uma nova teoria de estrutura atômica. Como resultado é obtido um modelo que descreve precisamente a energia do elétron enquanto define sua localização em termos de probabilidades.” (p.194)*

*“A solução da equação de Schroedinger para o átomo de hidrogênio produz um conjunto de funções de onda e energias correspondentes. Essas funções de onda são chamadas de orbitais. Cada orbital descreve uma distribuição específica de densidade eletrônica no espaço, determinado pela probabilidade de densidade. Cada orbital, conseqüentemente, tem energia e forma características.” (p.195)*

*“O modelo de Bohr introduziu um único número quântico,  $n$ , para descrever cada orbita. O modelo da mecânica quântica usa três números quânticos,  $n$ ,  $l$  e  $m_l$ , para descrever um orbital.” (p.195)*

Fonte: livro *Química: a ciência central*

A equação de Schrödinger propiciou o desenvolvimento dos conceitos teóricos primordiais para a explicação dos números quânticos e dos orbitais atômicos. Sendo assim esses conceitos derivados dessa equação apontada, reforça a visão da inserção desses tópicos para os discentes do ensino médio, uma vez que todo o processo de construção da fundamentação teórica teve implicações diretas no desenvolvimento de diversas tecnologias, como a computação, o GPS e a televisão, que hoje fazem parte do cotidiano dos discentes, com isso obteve-se a segunda categoria: fundamentação conceitual.

A categoria 3 refere-se à ilustração dos orbitais na qual remete à presença de imagens que ilustram os orbitais atômicos, pois o conteúdo em questão é abstrato, sendo necessário associar imagens ao texto para demonstrar os conceitos ensinados. No quadro 3, pode-se visualizar como foi demonstrada a explicação dos orbitais.

**Quadro 3: Descrição da ilustração dos orbitais.**

O livro aborda cinco imagens de ilustração dos orbitais. Para cada uma delas, segue uma explicação acerca dos números quânticos. Abaixo, destacamos fragmentos do texto com essa preocupação:

*“O segundo número quântico que é o número quântico azimutal,  $l$  pode ter valores inteiros de 0 a  $n-1$  para cada valor de  $n$ . Esse número quântico define o formato do Orbital.” (p. 195)*

*“Observa-se também que à medida que  $n$  aumenta, é cada vez mais provável que o elétron seja encontrado distante do núcleo. Isto, é o tamanho do orbital aumenta com o aumento de  $n$ .” (p. 198)*

*“Um método muito utilizado para representar orbitais, é mostrar uma superfície limite que inclui alguma porção substancial, digamos 90% da densidade eletrônica total para o orbital.” (p. 198)*

Fonte: livro *Química: a ciência central*



Uma vez elencada às características no quadro 3, optou-se por retratar as imagens contidas no livro *Química: ciência central*. Nas figuras 1, 2 e 3, visualizam-se os orbitais  $s$ ,  $p$  e  $d$ , respectivamente.

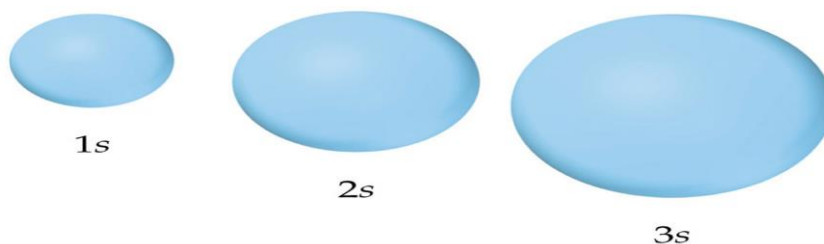


Figura 1: Representação para os orbitais  $1s$ ,  $2s$  e  $3s$ <sup>3</sup>

Na primeira figura, é possível observar a diferenciação entre os orbitais, que apesar de possuírem o mesmo formato, têm diferentes tamanhos que representam os raios relativos das esferas.

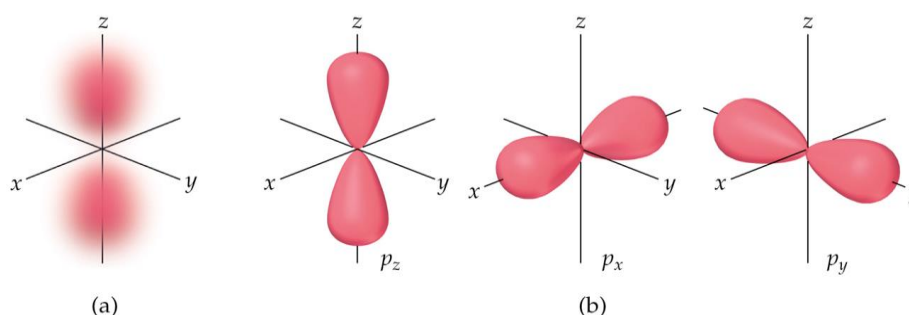


Figura 2: Modelo Ilustrativo do orbital  $p$ <sup>4</sup>

Na figura 2, observa-se a ilustração do orbital  $p$  na parte (a), temos a distribuição de densidade eletrônica de um orbital  $2p$ . (b) Representações dos três orbitais  $P$ .

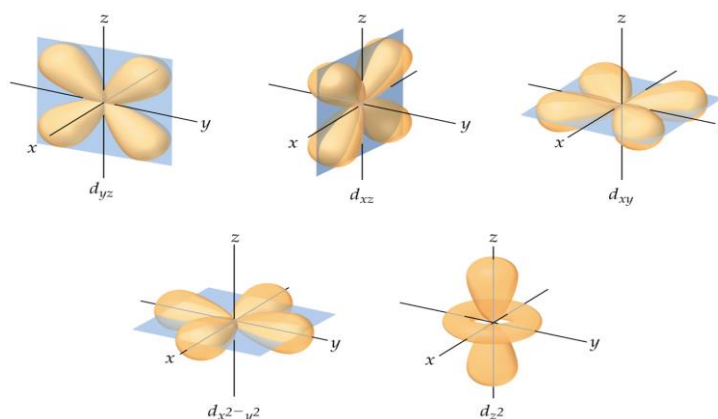


Figura 3: Representação dos cinco orbitais  $d$ <sup>5</sup>

<sup>3</sup> Fonte: [http://www.fqm.feis.unesp.br/docentes/newton\\_dias/Estrutura\\_eletr%F4nica\\_dos\\_%E1tomos.pdf](http://www.fqm.feis.unesp.br/docentes/newton_dias/Estrutura_eletr%F4nica_dos_%E1tomos.pdf). Acesso em 29/06/2014.

<sup>4</sup> Fonte: [http://www.fqm.feis.unesp.br/docentes/newton\\_dias/Estrutura\\_eletr%F4nica\\_dos\\_%E1tomos.pdf](http://www.fqm.feis.unesp.br/docentes/newton_dias/Estrutura_eletr%F4nica_dos_%E1tomos.pdf). Acesso em 29/06/2014.

<sup>5</sup> Fonte: [http://www.fqm.feis.unesp.br/docentes/newton\\_dias/Estrutura\\_eletr%F4nica\\_dos\\_%E1tomos.pdf](http://www.fqm.feis.unesp.br/docentes/newton_dias/Estrutura_eletr%F4nica_dos_%E1tomos.pdf). Acesso em 29/06/2014.



Em relação à figura 3, temos o modelo ilustrativo dos orbitais *d*. Essa diferença do orbital *d* em determinado nível tem formatos e orientações no espaço distintos conforme visualizado na figura acima. A quarta categoria elencada retrata as aplicações tecnológicas, o livro *Química: ciência central* aborda essa questão ao trazer textos que auxiliam a interdisciplinaridade e a aplicabilidade nesses dois quesitos tão necessários para o conhecimento escolar. Nesse livro, evidencia-se a presença da seção *A Química e a vida: Spin Nuclear* e a imagem de ressonância magnética, na qual se retrata a aplicação tecnológica do conteúdo. No quadro 4, observam-se as características dessa categoria.

#### Quadro 4: Fragmentos de texto das aplicações tecnológicas.

*“Um grande desafio para o diagnóstico médico é ver o interior do corpo humano a partir do exterior.” (p.202)*

*“Nos anos 80 uma nova técnica chamada imagem por ressonância magnética (IRM), alcançou o primeiro plano no cenário da tecnologia de imagem para a utilização médica. A base da IRM é um fenômeno chamado ressonância magnética nuclear (RMN), que foi descoberta nos anos 40. Atualmente a RMN tornou-se um dos métodos espectroscópios mais importantes da química. É baseado na observação de que, como os elétrons os núcleos de muitos elementos possuem um spin. Assim como o spin eletrônico, o spin nuclear é quantizado.” (p.202)*

*“No IRM, o corpo de uma pessoa é colocado em um forte campo magnético, com a irradiação no corpo de pulsos de radiofrequência e utilizando sofisticadas técnicas de detecção o tecido pode ser visto em imagens em profundidades específicas dentro do corpo, fornecendo com nível de detalhes espetacular. A habilidade para fornecer amostras em diferentes profundidades permite aos médicos construir uma imagem tridimensional do corpo humano.” (p.202)*

Fonte: livro *Química: a ciência central*

Nesse quadro, percebem-se as aplicações tecnológicas dos números quânticos aliadas a práticas pedagógicas que visam à contextualização que nesse íterim pode ser interpretado como um ensino voltado para questões do cotidiano. Em consonância com essas ideias, Fernandes e Marques (2012) especificam que a contextualização deve estar relacionada à interdisciplinaridade, de forma que a partir de um conhecimento relevante para os estudantes sejam apresentados os conceitos científicos pertencentes ao saber sábio em uma linguagem acessível respeitando o nível cognitivo dos discentes. Além disso os autores supracitados elencam a relevância dos estudantes perceberem as relações entre teoria e prática.

No quadro 5, apresentamos a última categoria elencada referente à distribuição eletrônica. Esse aspecto é diretamente relacionado aos números quânticos que determinam essa distribuição de elétrons.

**Quadro 5: Características apontadas referentes a distribuição eletrônica.**

Por meio de diversas teorias, é citado e percebível que a distribuição eletrônica é uma derivação direta dos números quânticos.

*“A maneira na qual os elétrons são distribuídos entre os vários orbitais de um átomo é conhecido como configuração eletrônica.” (p. 201)*

*“Pode-se resumir qualquer configuração eletrônica escrevendo o símbolo para cada subnível ocupado e adicionando um índice superior para indicar o número de elétrons em cada subnível.” (p. 203)*

*“Todos os orbitais que tem  $n=3$  são chamados de terceiro nível. Além disso, o conjunto de orbitais que tem os mesmos valores de  $n$  e  $l$  é chamado de subnível. Cada nível é designado por um número (o valor de  $n$ ) e uma letra  $s$ ,  $p$ ,  $d$  ou  $f$ , correspondendo aos valores de  $l$ .” (p. 196)*

Fonte: livro *Química: a ciência central*

A distribuição eletrônica apresenta diversas consequências para o ensino da Química sendo determinante no estudo da tabela periódica. Partindo-se do processo de construção do conhecimento científico presente no Saber Sábio, os princípios de identidade e processo são centrais para o entendimento do arcabouço teórico-prático que caracteriza a Química como uma Ciência que é mediada didaticamente na escola, transformando-se em conhecimento escolar (BRASIL, 2011).

Uma vez apresentadas como todas as categorias estão contidas no livro do ensino superior, analisa-se como esse saber, ou seja, como os números quânticos estão sendo abordados nos livros didáticos do ensino médio. Tendo como embasamento essa afirmação pode-se visualizar no quadro 6 os livros didáticos analisados, com suas respectivas características.

**Quadro 6: Características presentes nos livros do PNL2012 relacionados aos números quânticos.**

Livros / Aspectos	Química na abordagem do cotidiano (PERUZZO E CANTO, 2006)	Química: Meio Ambiente - Cidadania - Tecnologia (REIS, 2011)	Química (MORTIMER e MACHADO, 2012)	Química Cidadã: química para a nova geração – (SANTOS, et al 2010)	Ser protagonista: Química (LISBOA, 2010).
Aspectos Históricos	Não apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Não apresenta
Fundamentação Conceitual	Não apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Não apresenta
Ilustrações do Orbital	Não apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Não apresenta
Aplicações	Não	Apresenta	Não	Não	Não

Tecnológicas	apresenta		apresenta	apresenta	apresenta
Distribuição Eletrônica	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta	Apresenta

Fonte: Os Autores

O Saber Sábio se refere ao saber original e, no caso deste trabalho, está representado pelo livro *Química: a ciência central*, que é tomado como referência na definição da disciplina escolar, sendo considerado o nível mais alto do saber no processo da Transposição Didática (SIQUEIRA, 2006).

Por meio do Quadro 2, evidencia-se que diversas características presentes no Saber Sábio se perderam durante o processo de transposição didática. No que tange ao aspecto histórico, evidencia-se que os livros *Química na abordagem do cotidiano* e *Ser protagonista – Química* não abordaram nenhuma discussão histórica acerca dos números quânticos. Esse fator de distanciamento do Saber Sábio, na visão de Saran (2012), leva a distorções conceituais ao chegar à sala de aula desse saber de tal forma que esteja modificado e perca a sua ligação histórica com qualquer ambiente epistemológico que o originou.

Somando-se a essa visão, Siqueira (2006) afirmou que, na esfera do saber a ensinar, o conhecimento é reestruturado para uma linguagem mais simples e adequada ao ensino, sendo desconstruído para reconstruir-se de uma maneira lógica e atemporal. O saber não é organizado de forma linear e não obedece à ordem cronológica da descoberta.

Percebe-se que a supressão histórica nesses dois livros do ensino médio é preocupante, uma vez que, conforme discutido pelos autores Souza e Justi (2012), a introdução da História da Ciência no ensino médio diminui o nível de abstração do conteúdo das disciplinas científicas e estabelece relações entre diferentes tópicos com assuntos de outras disciplinas. Em outras palavras, a presença dos aspectos históricos colabora para a diminuição do abstracionismo que envolve os números quânticos quando abordados para os alunos.

No que tange aos outros três livros, podemos notar uma preocupação com os debates históricos, as controvérsias e a evolução dos modelos científicos até a sua chegada à versão mais atual. Solbes e Traver (1996) defendem essa visão de que mostrar aos discentes a evolução crítica dos modelos permite visualizar como o conhecimento científico foi sendo construído ao longo do tempo. Com isso, os alunos podem compreender o caráter transitório da Ciência e possuir modelos que vão sendo formulados e reformulados por meio de novas evidências, nas quais se inserem as pesquisas.

Com base nas discussões levantadas acima, percebe-se a necessidade de se destacar as características históricas nos livros do ensino médio. Filho (2000) ainda afirma que o saber a ensinar é um produto organizado e hierarquizado em grau de dificuldade, resultante de um processo de total degradação do Saber Sábio, ou seja, é característica essa perda do saber, esse distanciamento do Saber Sábio nos livros didáticos.

Na segunda categoria, observa-se que os livros *Química na abordagem do cotidiano* e *Ser protagonista: Química* não apresentaram nenhuma característica que evidencie a fundamentação conceitual. Com isso, caracteriza-se a despersonalização, a perda do saber, que se transforma em um objeto de ensino incapaz de se relacionar com o Saber Sábio.

A mudança que ocorre do Saber Sábio para o Saber a Ensinar, segundo Souza (2009), leva essa esfera do saber a ser exilada de suas origens, e a ação da noosfera torna-se decisiva para essas transformações do conhecimento. A noosfera passa então a exercer um papel fundamental para a transposição externa por representar essa interface entre o sistema didático com o entorno social no plano do saber ao receber influência de autores de livros didáticos, de políticos que formulam leis para a educação e de diversos representantes da sociedade que acabam por influenciar a construção desse saber que se transforma (LEITE, 2004).

Em relação aos três livros que apresentaram a fundamentação conceitual é notório que, nesse nível de saber, o conhecimento sofreu adaptações para uma linguagem mais simples e foi reestruturado de uma forma lógica, mas atemporal. Assim, fica evidente a simplificação que esses livros didáticos analisados apresentam em relação a segunda categoria.

Na terceira categoria, percebe-se novamente que os mesmos dois livros que não apresentaram nem o contexto histórico nem a fundamentação conceitual, não abordaram a ilustração dos orbitais. Este fator está relacionado à ausência da segunda categoria, uma vez que as duas características estão interligadas. A ausência de ilustrações torna difícil a visualização de um fenômeno abstrato – no caso, dos números quânticos. A falta de exemplos visuais proporciona nos estudantes uma sensação de inércia e vulnerabilidade do que é possível apreender frente à amplitude e complexidade do universo em que estamos inseridos (FERREIRA e JUSTI, 2008)

Já em relação aos demais três livros, a categoria ilustração dos orbitais indica uma preocupação dos autores com a visualização dos orbitais, o que leva à conclusão de que nem todos os atributos do Saber Sábio se perderam na esfera do Saber a Ensinar. Desta forma, a transposição externa foi realizada com êxito, e fica evidente que essa característica é relevante para a compreensão dos números quânticos.

Quanto às aplicações tecnológicas, quarta categoria observada, nota-se que apenas o livro *Química: meio ambiente – cidadania – tecnologia* apresentou as aplicações do conteúdo na prática. No caso, o livro abordou a importância do *spin* do elétron para o desenvolvimento da computação. A visão da aplicação do conteúdo nos remete à questão da contextualização na qual o estudante é o centro das discussões e do aprendizado. Corroborando com esta ideia, Wartha, Silva e Bejarano (2013) defendem que a contextualização seja apresentada como um recurso por meio do qual se busca dar um novo significado ao conhecimento escolar de forma a possibilitar ao aluno uma aprendizagem mais significativa.

Com base nessas discussões observa-se a importância de se mostrar as aplicações do conteúdo. Contudo, esse fator não é evidenciado nos demais quatro livros didáticos, ou seja, há neles uma total descaracterização do Saber a Ensinar.

Para o saber não se perder durante a transposição externa, Sousa et al (2012), especifica que deve existir uma vigilância epistemológica que evite um violento processo de didatização dos saberes e que os mesmos percam seus significados em relação a gênese da origem desses saberes. Ao mesmo tempo, esta vigilância contribui para que essa situação possa ser revertida, criando elementos que garantam a sobrevivência do conhecimento científico.

A partir desses pressupostos, o Saber a Ensinar é visto como totalmente descaracterizado, distante do Saber Sábio, e essa característica ficou evidente na análise da quarta categoria.

Para a categoria distribuição eletrônica, é possível notar que todos os livros abordados retratam a distribuição eletrônica, mas não a relacionam com os números quânticos que

influenciam essa categoria. Mais uma vez, é notório o movimento de simplificação, que provoca erros epistemológicos e deformações do saber. Ao se trabalhar com a distribuição eletrônica, vemos esse conteúdo de uma maneira distante, sem relacionamento com outros conteúdos. O diagrama de Linus Pauling, parte do conteúdo de distribuição eletrônica, sendo apresentado sem qualquer interligação com o tópico dos números quânticos. Conforme elencado na presente análise é preocupante a perda do saber nos livros didáticos.

A Transposição Didática, ainda é pouco utilizado no ensino de Química conforme apontado em pesquisas tais como: Chagas (2009); Silva et al (2013), apesar disso essa teoria mostra efetiva para analisar mudanças do saber, evidenciando os diversos pontos no qual a transposição falhou nos livros didáticos e mostrando a fragilidade do conhecimento científico. A partir disso, é possível apontar que os números quânticos, objeto desta pesquisa, está deformado epistemologicamente quando abordado nos livros do ensino médio.

## 5. CONCLUSÃO

Com base nos resultados e discussões, ficou clara a necessidade da utilização da Transposição Didática no ensino de Química. Nos livros analisados, evidenciou-se a ideia da simplificação, movimento tão comum no ensino médio levou a distorções e erros conceituais. É de fundamental importância para os docentes buscar sanar ou mesmo minimizar esses erros para que os conceitos científicos não sejam trabalhados de forma a causar o processo de descontextualização do conteúdo, que distancia o saber do cotidiano dos discentes. Assim, é categórico que o docente compreenda as etapas da Transposição Didática para que possa auxiliar no processo de aprendizado dos discentes.

A Transposição Didática é uma teoria sólida onde se propõe analisar o Saber Sábio e as suas adaptações até a chegada em sala de aula. A partir dessas proposições, é possível perceber que tal técnica constitui-se num processo complexo que necessita de uma análise mais aprofundada, aliada a materiais e práticas pedagógicas com o mínimo de distorções conceituais. A próxima etapa da pesquisa será a preparação de um material didático, efetivando a transposição Saber Sábio-Saber a Ensinar e a realização de uma intervenção didática, Saber a Ensinar-Saber Ensinado, conforme as regras da Teoria da Transposição Didática.

## 6. REFERÊNCIAS

- ASTOLFI, J. P. DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Papirus. Campinas, 1995.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 4. ed. Lisboa: Edições 70, 2009.
- BRASIL. MEC. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- BRASIL. MEC. PCN+: **Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- BRASIL. MEC. **Guia de livros didáticos**: PNLD 2012: Química – Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2011.
- BRASIL. MEC. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Diretoria de Currículos e Educação Integral. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.
- BROCKINGTON, G. **A realidade escondida**: a dualidade onda-partícula para estudantes do Ensino Médio. 2005. 268 f. Dissertação (Mestrado. Instituto De Física, Instituto De Química E Faculdade De Educação, Universidade de São Paulo). São Paulo.

- BROCKINGTON, G. PIETROCOLA, M. Serão As regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**. v.10, nº-3, p. 387-404, 2005.
- BROWN, T. L. LEMAY, H. E. BURSTEN B.E. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Education, 2009.
- CHAGAS, J, A, S. **Investigando o processo de Transposição didática externa: O conceito de transformação química em livros didáticos**. 2009. 199f. Tese de Doutorado em Educação. Universidade Federal de Pernambuco- Centro de Educação, Recife, 2009.
- CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique: du savior savant au savior enseigné**. 1.ed. Paris: La Pensée Sauvage, 1982.
- CHEVALLARD, Y. **La Transposición Didáctica: del saber sabio al saber enseñado**. 2.ed. Buenos Aires: La Pensée Sauvage, 1991.
- FERNANDES, C.S. MARQUES, C.A. A contextualização no ensino de ciências: a voz de elaboradores de textos teóricos e metodológicos do Exame Nacional Do Ensino Médio. **Investigações em ensino de ciências**. v.17, n.-2, p. 509-527, 2012.
- FERREIRA, P.F.M. JUSTI, R.S. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química nova na escola**. n.28, p. 32-36, 2008.
- FILHO, J.P.A. Regras Da Transposição Didática Aplicadas Ao Laboratório Didático. **Cadernos catarinense de ensino de física**. v. 17, n. 2, p.174-188, 2000.
- LEITE, M.S. **Contribuições de Basil Bernstein e Yves Chevallard para a discussão do conhecimento escolar**. 2004. 116 f. dissertação (Mestrado em Educação). Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004.
- LISBOA, J.C.F.; **Ser Protagonista Química**. v.1. 1.ed. São Paulo: Edições SM, 2010.
- MARANDINO, M. Transposição didática ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. **Revista Brasileiro de Educação**. n.26, p. 95- 183, 2004.
- MORTIMER, E.F. MACHADO, A.H. **Química**. V. 1. 1.ed. São Paulo: Scipione, 2012.
- NEVES, K, C, R. BARROS, R, M de OLIVEIRA. Diferentes olhares acerca da transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências**. v.16,n.1,p. 103-115, 2011.
- PERUZZO, F. M. CANTO, E.L. **Química na abordagem do cotidiano**. v. 1. 4. ed. São Paulo: Moderna, 2006.
- REIS, M. **Química – Meio Ambiente– Cidadania – Tecnologia**. V. 1. 1. ed. São Paulo: FTD, 2011.
- SANTOS, W. et al. **Química para a nova geração – Química Cidadã**. v. 1. 1.ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.
- SARAN, M.C.B. **Astrofísica de partículas na sala de aula: uma sequência de ensino aprendizagem sobre raios cósmicos para o ensino médio**. 2012. 131f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia- Universidade Federal de São Carlos. São Carlos.
- SIQUEIRA, M.R.P. **Do visível ao indivisível: uma proposta de física de partículas elementares para o ensino médio**. 2006. 257f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Faculdade de Educação- Universidade de São Paulo. São Paulo.
- SILVA, P, do, N. et al. Análise da Transposição didática para o conteúdo de reações orgânicas: Primeiras impressões. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais**, IX, ENPEC: 2013, Águas de Lindóia, 8p, 2013.
- SOLBES, J. e M. TRAVER. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la de física y química. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**. v. 14, n. 1, p. 103-112, 1996.

- SOUSA, W.B. **Física das Radiações**: uma proposta para o ensino médio. 2009. 242f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Instituto de Física- Instituto de Química-Instituto de Biociências, Faculdade de Educação -Universidade de São Paulo. São Paulo.
- SOUSA, W.B. et.al. A vigilância epistemológica de Chevallard Aplicada ao espalhamento das partículas alfa. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 14, 2012, Maresias. **ANAIS**, Maresias: EPEF, 2012, 9 p.
- SOUZA, V.C.A.; JUSTI, R.S. Diálogos possíveis entre o ensino fundamentado em modelagem e a história da ciência. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**. v. 11, n. 2, p. 385-405, 2012.
- WARTHA, E.J. SILVA, E.L. BEJARANO, N.R.R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**. v. 35, nº 2, p. 84-91, 2013.