Começa tudo a movimentar-se: transposição didática, ensino de Química e tecnologia

*Marcelo Prado Amaral Rosa**

*Francisco Catelli***

*Roniere dos Santos Fenner****

Resumo: As mudanças sociais provocadas pela inserção das tecnologias digitais disponíveis no mercado tornam importantes discussões relativas à inserção dos recursos tecnológicos na educação, instituindo como proveitosos horizontes de diálogos para áreas que tratam das práticas docentes. Dessa forma, o ponto nevrálgico deste artigo foi à teoria da transposição didática de, Yves Chevallard, e suas aproximações do ensino de Química mediado por tecnologias. Ainda, foram abordadas, algumas possibilidades ofertadas pelas tecnologias digitais direcionadas a potencializar o ensino de Química. Por fim, apresentam-se as reflexões e os encadeamentos pertinentes às discussões abordadas ao longo da escrita.

Palavras-chave: Transposição didática; Ensino de Química; Tecnologia.

Abstract: Social changes brought about by the insertion of digital technologies available in the market become important discussions regarding the integration of technology resources in

* Doutorando em Educação em Ciências na UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: marcelo.pradorosa@gmail.com.

** Docente no PPGEdu na Universidade de Caxias do Sul (UCS). Email: fcatelli@ucs.br.

*** Doutorando em Educação em Ciências na UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: ronierefenner@hotmail.com.

education, instituting horizons as fruitful dialogues to areas that deal with teaching practices. Thus, the critical point of this trial was the theory of didactic transposition of Yves Chevallard and their approaches to teaching chemistry mediated by technology. Also been addressed, some possibilities offered by digital technologies aimed at enhancing the teaching of chemistry. Finally, we present the discussions and threads relevant discussions addressed throughout the writing.

Keywords: Didactic transposition; Teaching Chemistry; Technology.

Introdução

"Começa tudo a movimentar-se" é um verso escolhido do poeta Fernando Pessoa em que se percebe que a noção de movimento não diz respeito ao deslocamento espacial, e sim à mudança de perspectivas, naturalmente recorrente na dinâmica de desenvolvimento do pensamento do homem. Tudo começa a se movimentar quando o impacto das mudanças chega ao homem comum e às esferas institucionais de uma sociedade. O verso que intitula esta seção foi extraído do poema *Ode Marítima*, de Fernando Pessoa. No poema, Fernando Pessoa exalta a vida e seus perigos, por meio do forte simbolismo da viagem marítima (PESSOA, 2008a, p. 92). A relação do poema com este trabalho é possível no âmbito do "transladar" proporcionado por uma viagem marítima, contendo, assim, o sentido de transposição incubado, expressando, dessa forma o espírito que se deseja evocar neste artigo ao tratar da transposição didática dos conteúdos específicos da disciplina de Química mediados pelo uso das tecnologias digitais presentes nas escolas. Deparando-se com o desconhecido, ou mais propriamente, com o que deve ser compreendido, o homem coloca-se a investigar a então interferência do novo agente apresentado às populações como grande

facilitador da vida: a tecnologia. Nos mais variados setores, a mesma está presente e, não obstante, encontra-se intervindo nas relações humanas e, se assim age, chega obviamente à escola.

Antes de prosseguir, cabe esclarecer os motivos que levaram à construção da peculiaridade deste artigo: os títulos e subtítulos são versos extraídos de poemas de Fernando Pessoa. Percebeu-se na poesia a possibilidade de comunicação (multi)relacional, prazerosa e audaz, pois de acordo com Novalis (1973) "[...] o poético é o autêntico real absoluto e quanto mais poético tanto mais verdadeiro". De tal modo, a imersão na leitura dos poemas fez com que fossem sendo reveladas aproximações que comunicam outras formas de conviver, conhecer e pensar nas relações interpessoais. Essas outras formas seriam decorrentes do avanço tecnológico, uma vez que as relações possíveis entre tecnologia, sociedade e educação mostram-se diversas "[...] porque conhecemos somente os primeiros brotos, o germe dessas novas formas de pensar, de comunicar-se: em resumo, de conhecer" (MONEREO; POZO, 2010, p. 97).

No campo da educação, pesquisas debruçadas sobre a transformação do conhecimento produzido pela ciência com finalidades educacionais têm sido realizadas de forma recorrente ao longo dos anos (LOPES, 1997; MARANDINO, 2004; BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005; POZO; CRESPO, 2009; PIETROCOLA, 1999; LEIVAS; CURY, 2009; MONTEIRO, 2003) inclusive ganhando destaques em periódicos de conceituada circulação nacional, como é o caso da *Química Nova* (seção *Educação*), *Química Nova na Escola e Investigações em Ensino de Ciências*[1]. Assim, o ponto nevrálgico deste artigo recai sobre a teoria da transposição didática, proposta por Yves Chevallard, os enlaces dessa com o ensino de Química; e as aproximações

[1] Estes periódicos são apenas alguns exemplos de veículos de divulgação da ciência nacional que normalmente divulgam pesquisas com temáticas que envolvem *transposição didática.* Ainda, a conceituação das mesmas pode ser verificada no site da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – na seção WebQualis < http://qualis.capes.gov.br/webqualis/>.

da teoria em questão com o ensino de Química mediado pelas tecnologias.

As seções envolvidas na construção deste artigo são, a saber: *"Penso, e todo o enigma do universo repassa-me..."*: *Yves Chevallard e a conceituação de transposição didática; "Ponte pra tudo!": transposição didática e o ensinar da Química; "Quem me salva de ti?": tecnologia no ensinar da Química*; e, por fim, *"E eu vou, e a luz do gládio erguido dá/ Em minha face calma"*. Na seção *"Penso, e todo o enigma do universo repassa-me..."*, o objetivo principal é apresentar os principais pontos da teoria de *transposição didática*, de Yves Chevallard. Na seção *"Ponte pra tudo!"*, o foco recai sobre as relações entre a teoria da transposição didática e as peculiaridades/dificuldades do ensinar/aprender Química. Já na seção *"Quem me salva de ti?"*, o ponto central é explicitar as formas de representar o conhecimento da Química e as maneiras que a tecnologia pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da mesma. Por fim, na seção *"E eu vou, e a luz do gládio erguido dá/ Em minha face calma"*, apresentam-se as reflexões finais e os encadeamentos pertinentes ao abordado no decorrer da escrita.

"Penso, e todo o enigma do universo repassa-me...": Yves Chevallard e a conceituação de transposição didática

A produção de conhecimento é inerente ao homem, já que ele se desenvolve – entre outras coisas – pela curiosidade, pelo desejo da descoberta e, por isso, pensar acarreta estar em contato com uma gama de possibilidades, implica visitar uma memória coletiva, canônica. Nesta seção, a relação estabelecida faz-se com o poema *Os mortos! Que prodigiosamente*, de dezembro de 1914 (PESSOA, 2008a, p. 96). No poema, Pessoa faz uma reflexão sobre as relações entre tudo o que opera o universo por meio de lembranças de mortos, no caso aqui, uma velha tia que ao mesmo tempo lembra sua infância. A análise dos extratos

"Tudo isto, vendo bem, é misterioso como um lusco-fusco..." (op. cit., p. 96) e "Tudo isto deve ter um sentido – talvez muito simples –/ Mas por mais que me pense não atino com ele" (op. cit., p. 97) clarifica a preocupação do autor com a dificuldade do mesmo em entender as conexões do mundo. A relação com este trabalho é em menção ao ensino de Química nas escolas, uma vez que a disciplina é uma das Ciências responsáveis por mostrar a intimidade do mundo (RETONDO; FARIA, 2008), dessa forma, relaciona-se com o conceito de transposição didática por meio das próprias palavras do poeta "[...] uma cousa deixa de ser o que é absolutamente" (PESSOA, op. cit., p. 97).

O processo de acessibilidade e difusão cultural, em grande parte, está representado na intermediação realizada pela figura do docente. Sendo assim, a concepção de adaptação do conhecimento produzido pela ciência quando é eminente sua necessidade de ensino é unanimidade no meio educacional (SAVIANI, 2000). A constituição da ideia de *transposição didática* surge enunciada pela primeira vez pelo sociólogo francês Michel Verret, em 1975, em sua tese de doutorado *Le temps des études* (FORQUIN, 1993; LEITE, 2007; CHEVALLARD, 2005; LOPES, 1999). O trabalho de Verret, por meio de análise do tempo das atividades escolares, propõe elucidar o aspecto fundamental da educação escolar. Assim, Verret afirma que o papel da escola não está limitado a selecionar o que é produzido por dada cultura dentro da evolução sócio-histórica, mas conjuntamente com isso, é responsável por tornar os conhecimentos selecionados em dada época, transmissíveis e assimiláveis, por meio de (re)organização e/ou (re)estruturação (LEITE, 2007; CHEVALLARD, 2005; LOPES, 1997; 1999).

Em 1980, Yves Chevallard retoma a ideia do seu compatriota Michel Verret, inserindo-a em um contexto educacional específico, o domínio da didática das matemáticas (BROCKINGTON; PIETROCOLA, 2005; LEITE, 2007; LOPES, 1997; 1999). Chevallard trabalha atualmente no *Institut Universitaire de Formation des Maîtres de l'Académie d'Aix-Marseille*,

onde coordena pesquisas na área de formação de professores em Matemática (LEITE, op. cit.). Desse modo, no que se refere à teoria da transposição didática, o assunto encontra no francês Yves Chevallard seu principal expoente com a publicação de *La transposition Didactique*.

No Brasil, a publicação conhecida e difundida é a versão espanhola: *La transposition Didactique*[2]. Em 1991, Chevallard atualiza *La transposition Didactique* adiciona um estudo de caso desenvolvido conjuntamente com sua colega da *Université de Provence (Aix-Marseille I)* Marie-Alberte Joshua. O estudo recebe o título, na versão espanhola, de *Un ejemplo de análisis de la transposición didática: la noción de distancia* (CHEVALLARD, op. cit., p. 8) e trata sobre a transposição didática do conceito de *distância* na área de Matemática, sendo investigadas as alterações sofridas por esse conceito desde a sua elaboração por Maurice Fréchet, em 1906, até a implantação no sistema de ensino fundamental francês, em 1971. Na concepção do conceito concebido por Fréchet, *distância* [em Matemática] traduz o entendimento de *semelhança*, buscando a compreensão de sistemas não lineares. Entretanto, após a inserção no sistema escolar, transforma-se e passa a estar relacionado à *geometria da reta*, perdendo-se, assim, da concepção inicial da ciência (LOPES, 1999; LEITE, 2007). Vale frisar que o subtítulo do trabalho desenvolvido por Chevallard e Joshua, publicado em 1982, na revista *Recherches em didactique des mathématiques*, havia sido tema de discussão do curso de 1980 (CHEVALLARD, 2005). Com esse trabalho, Chevallard e Joshua analisaram as transformações que um conceito teórico sofreu pelos círculos de pensamento intermediários entre a pesquisa e o ensino, tendo por pressuposto que um

[2] Versão ampliada de 1985 e reunia notas para o curso de verão ministrado em 1980, ocorrido na *Primeira Escuela de Verano de didáctica de las matemáticas*, em *Chamrousse*, ocorrido de 07 a 19 de julho. A versão em espanhol é intitulada *La transposición didática: del saber sábio al saber enseñado* (2005). De acordo com a versão, o próprio Chevallard teria pedido expressamente que fosse mantida a fidelidade ao termo francês *savoir savant*, sendo traduzido em todos os casos no espanhol como *saber sábio* (CHEVALLARD, op. cit.).

conhecimento científico sofre um processo de modificação ao se tornar conhecimento "ensinável" nos espaços escolares. Desse modo, os autores atestam que, ao ser ensinado, todo conceito mantém semelhanças com a ideia original da esfera da pesquisa científica, contudo, adquire significações próprias do contexto educacional escolar onde será alocado, transformando o saber (ASTOLFI; DEVELAY, 1990).

Ao tratar de *saber,* cabe aqui antes de prosseguir uma sucinta definição do termo, uma que vez que tal terminologia é recorrente e central na teoria de *transposição didática,* de Chevallard. Ao realizar uma busca simplificada no dicionário para o verbete *saber*, encontra-se a seguinte definição: "1. conhecer, ser ou estar informado; 2. ter conhecimentos específicos" (HOUAISS, 2009). Entretanto, para Veiga-Neto e Noguera (2010, p. 73), o verbete em questão apresenta em sua procedência latina o significado de "ter sabor, saborear, discernir pelo paladar ou pelo olfato". Ainda, de acordo com esses autores, a raiz *sap-* do termo original *sapere* está ligado ao ato de discernir, separar e diferenciar, assim, "[...] não se trata simplesmente de conhecer ou tomar conhecimento, mas de fazer escolhas, decidir, aceitar ou rejeitar, gostar ou não gostar, exercer o juízo sobre algo ou sobre uma situação" (idib.). Para Foucault, o saber é "[...] aquilo que faz possível, num momento determinado, o aparecimento de uma teoria, de uma opinião ou de uma prática" (Apud VEIGA-NETO; NOGUERA, 2010, p. 77), de tal modo que o *saber* é aquilo que passa a permitir a composição da ciência ou de um conhecimento, inclusive o didático-escolar.

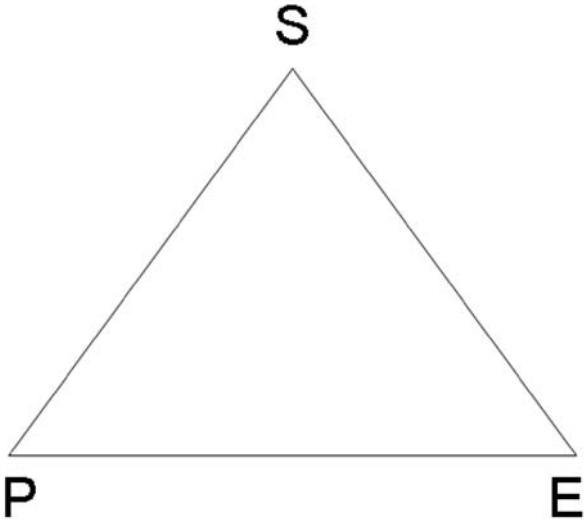
De acordo com Chevallard (op. cit.), a teoria da *transposição didática* é uma forma eficiente de análise do processo pelo qual um saber produzido pelos cientistas, o saber sábio (*savoir savant*), transforma-se no *saber a ensinar*, que é o saber transposto do *savoir savant* para os recursos/ferramentas didático-pedagógicas, como livros; e o saber ensinado (*savoir enseigné*), que, por sua vez, é o saber que emerge do *saber a ensinar*, dos quais o professorado faz uso nas salas de aula no ato pedagógico. Assim, essas são

as esferas do saber para o autor. Com isso, Chevallard parte do pressuposto de que o ensino só é/será possível caso o elemento do saber vier a sofrer deformações, tornando-se, dessa forma, passível de ser ensinado (CHEVALLARD, op. cit.; LEITE, op. cit.; MARANDINO, 2004).

Ao falar-se do termo *transposição didática*, faz-se necessária uma sucinta definição de *didática*. O conceito, de modo geral, na academia, historicamente, é reverberado como a ciência de ensinar, sendo uma definição excessivamente simples para um conceito complexo. Para Verret, fonte inspiradora de Chevallard, *didática* "[...] é a transmissão de um saber adquirido. Transmissão dos que sabem para os que ainda não sabem" (Apud LEITE, op. cit., p. 45). Já Martins (Apud LEIVAS; CURY, 2009, p. 66), considera *didática* "[...] a direção da aprendizagem numa perspectiva multidimensional onde se articulam harmoniosamente as dimensões humana, técnica e político-social". O próprio Chevallard (Apud LEITE, op. cit., p. 51) define *didática* como a "ciência do estudo", pois, para o autor, *conhecimento* seria "[...] a própria relação pessoal ou institucional estabelecida com os objetos do mundo" (ibid.). Com essas definições, é possível perceber que a *transposição* é um ponto de convergência do ato *didático*.

Para Chevallard (2005), a teoria da *transposição didática* estabelece uma estreita relação ensinante-ensinado com os elementos que a influenciam, sendo estes: i) o saber (S); ii) aquele que ensina/professor (P); e iii) aquele que aprende/estudante (E). Esses elementos formam o sistema didático (figura 1).

Figura 1: Sistema didático de Chevallard.



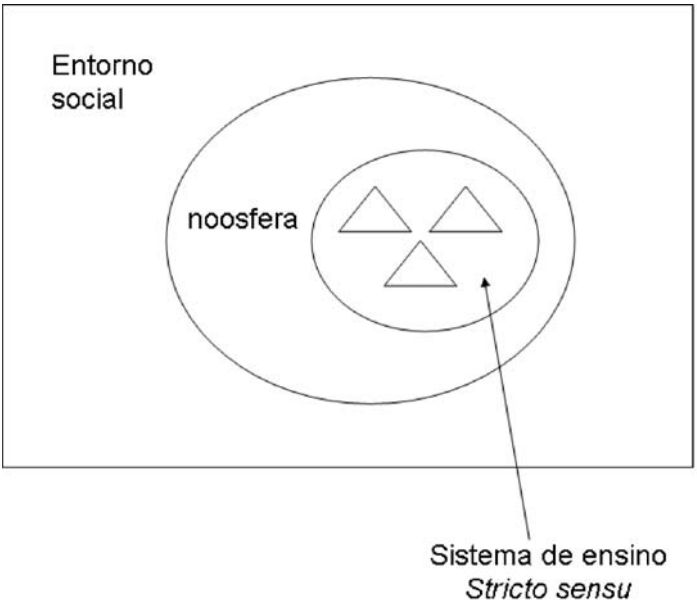
Fonte: Adaptado de Chevallard (op. cit., p. 26).

O *sistema didático*, de Chevallard, (Figura 1) encontrou fortes resistências, uma vez que se restringe à relação professor--aluno, enfatizando como elemento central o distanciamento entre o saber ensinado (*savoir enseigné*) e o saber sábio (*savoir savant*), propondo que a dimensão da didática fosse pensada partindo-se do *saber a ser ensinado*. A resistência foi justamente em função da valoração da sociedade pelo saber sábio. Assim, o ponto nevrálgico do *sistema didático*, proposto por Chevallard (op. cit., p. 17), é a *ficção de identidade* ou de *conformidade*, do saber ensinado com o saber sábio. O *sistema didático*, de acordo com Chevallard (2005), surge de forma concreta no começo dos anos letivos, por meio da formação de um "contrato didático" (op. cit. p. 27) entre o programa de ensino, professorado e estudantes, reunindo todos em um contexto de ensino e aprendizagem. A Figura 1 representa os três elementos e suas inter-relações, sendo

necessário "estruturar mais finamente a denominação do seu *entorno*" (ibid., p. 26, tradução nossa).

O *entorno* (ibid.) do *sistema didático*, para Chevallard (op. cit.), está inserido em um *sistema de ensino*, que, por sua vez, reúne um arranjo de *sistemas didáticos*, juntamente com um conjunto diversificado de estruturas que permitem o funcionamento didático e que intervêm no *sistema de ensino* em diversos níveis. Dessa maneira, o *sistema didático*, estaria inserido na *noosfera*. A *noosfera* coloca-se no interior do *entorno*, considerando o *sistema didático* (Figura 1) e por consequência a sociedade contendo, de acordo com Lopes (1997, p. 563) "[...] todos os que pensam os conteúdos de ensino". Para ilustrar a questão, Chevallard (op. cit.) representa o conceito de *noosfera* por meio de um esquema, adaptado na figura 2, a seguir:

Figura 2: Representação de Noosfera.



Fonte: Adaptado de Chevallard (2005, p. 28).

Sobre a representação de *noosfera* (Figura 2), Chevallard (op. cit.) explica que, no *entorno social,* estariam os cientistas, as instâncias políticas de decisão e as famílias dos estudantes; já o *sistema didático stricto sensu*, é uma zona destinada aos professores e estudantes. Sendo assim, a *noosfera* teria a função essencial de interface entre a sociedade e os arranjos de produção dos saberes. Segundo o próprio Chevallard (op. cit., p. 28, tradução nossa) "[...] ali se encontram tanto os que ocupam os postos principais do funcionamento didático, quanto os que enfrentam os problemas que surgem do encontro com a sociedade e suas exigências". A *noosfera* é, portanto, o local destinado a negociações e embates sobre as necessidades do *sistema de ensino*, pois as relações deste e o *entorno social* não são sempre harmoniosas (MARANDINO, 2004). De acordo com Chevallard (op. cit., p. 34), "[...] a noosfera é o centro operacional do processo de transposição" e, para explicar os fluxos do saber ocorridos na *noosfera*, o autor faz a distinção entre a *transposição stricto sensu* (transposição didática interna) e a *transposição lato sensu* (transposição didática externa). No sentido *stricto*, o que ocorre é a passagem do saber sábio (*savoir savant*) para uma versão didática do saber; os elementos que fazem parte desse sistema são os professores, alunos e o *saber a ser ensinado*. Já no sentido *lato,* envolve transformações sofridas pelo saber, desde a concepção até o saber ensinado (*savoir enseigné*), de tal maneira que se inicia com a definição dos saberes a ensinar com base no saber ensinado (CHEVALLARD, 2005; LEITE, 2007; MONTEIRO, 2003; 2001). Para Chevallard (op. cit.), faz-se necessário o estudo da transposição didática de modo *lato*, devido ao modo *stricto* não contemplar as mudanças do saber de suas origens até chegar ao estudante, pois o saber ensinado supõe principalmente os seguintes processos: i) *despersonalização*, o saber ao ser compartilhado suprime a história e as pressões sociais que influenciaram o pesquisador na busca pelo saber, tornando, assim, um saber impessoal e neutro; e ii) *descontextualização*, entre o saber sábio (*savoir savant*) e o saber ensinado (*savoir enseigné*)

ocorre uma descontextualização, para, em seguida, ocorrer uma recontextualização em um discurso diferente.

O exposto aqui ilustra como Chevallard (op. cit.) concebe a definição de *transposição didática:* "[...] passagem do saber sábio ao saber ensinado, e portanto, a distância obrigatória que os separa, dá testemunho a esse questionamento necessário, ao tempo que se converte em sua primeira ferramenta" (ibid., p. 16, tradução nossa). Entretanto, vale a ressalva de que o *sistema didático*, sendo um sistema aberto, possui uma autonomia relativa na *transposição didática*, cabendo assim à *noosfera*, condicionada pelas estruturas sociais, organizar e controlar os processos de *transposição didática*. De tal modo, "[...] para que a aprendizagem de um determinado elemento do saber seja possível, esse elemento deverá haver sofrido certas deformações que o farão apto para ser ensinado" (ibid., tradução nossa), emergindo de tal forma o conceito de *transposição didática* para explicar o processo de *deformação* do conhecimento. De modo geral, Chevallard (op. cit.) pretende que os saberes presentes no ensino não sejam simples transformações de saberes extraídos dos contextos de pesquisas científicas com a finalidade de apreensão pelos estudantes.

"Ponte pra tudo!": transposição didática e o ensinar da Química

> Agora, preste atenção; havendo demonstrado que as coisas não podem nascer do nada e nem, uma vez nascidas, serem devolvidas de novo para o nada, [...] deixe-me citar outros corpos cuja existência material você deverá admitir, mesmo sendo invisíveis (LUCRÉCIO Apud POZO; CRESPO, 2009, p. 138).

A passagem é o "entrelugar" em que há a possibilidade de acesso e sobrevivência de tudo o que é produzido pelo homem, mas viabilizado para a sociedade, para o ensino do conhecimento tido como necessário à formação de um indivíduo, como também pode ser o que Fernando Pessoa chama de "ponte". Ou ainda,

e em outro aspecto apanhado por Lucrécio, o conhecimento, depois de gerado, ingressa em muitas esferas, relaciona-se e é adaptado a vários contextos, tem por natureza a habilidade de não se estagnar apenas no campo científico. A "ponte" tem na escola seus extremos: o ponto de partida e o de chegada, sendo a passagem possível por meio da intermediação do docente e os recursos didático-pedagógicos de que dispõe. Nesta seção, o poema com o qual se estabelece relação é *Saudação a Walt Whitman*, de junho de 1915 (PESSOA, 2008a, p. 106). Pessoa, nesse poema, faz uma homenagem ao poeta norte-americano, considerado o pai dos versos livres. Para Pessoa, Whitman é considerado a "ponte" para todo e qualquer pensamento, sendo isso evidenciado no próprio poema com a passagem "[...] Minha senha? Walt Whitman!/ [...]/Sou EU [sic], um universo pensante de carne e osso, querendo passar,/ [...]" (ibid., p. 102). Neste trabalho, a relação que se estabelece com o poema o sentido conceitual entre a "ponte" e o conceito de *transposição didática*, de Chevallard (2005), uma vez que os conteúdos específicos da disciplina de Química só podem ser ensinados sofrendo *deformações*.

No âmbito das Ciências, percebe-se que nem sempre ocorre aproximar os conteúdos à significância da realidade do aprendiz. Desse modo, existe, no ensino fundamental e médio, a noção de que os estudantes aprendem cada vez menos e apresentam um crescente desinteresse pelos estudos nos quais estão envolvidos ao longo de cada etapa escolar. Essa situação causa entre os professores de Ciências uma crescente sensação de impotência, frustração e passividade no ato pedagógico diante do contestado sucesso em sala de aula (POZO; CRESPO, 2009). Sobre isso, Leivas e Cury (2009), e também Pozo e Crespo (op. cit.), relatam que o problema do ensino de conteúdos específicos das áreas das Ciências Naturais é o distanciamento entre os conteúdos abordados em sala de aula, a realidade do aluno e as origens do saber em questão, acarretando mudanças didáticas no sentido *lato sensu* elencadas por Chevallard (2005) na seção anterior.

De acordo com Pozo e Crespo (2009), a crise das Ciências não é novidade tendo em vista a historicidade da civilização e seus mitos fundadores[3]. De acordo com os mesmos autores, "[...] o desajuste entre a ciência que é ensinada e os próprios alunos é cada vez maior, refletindo uma autêntica crise na *cultura educacional* (ibid., p. 19, grifo do autor). Convém aqui uma sucinta clarificação sobre a expressão *crise*, pois o uso da mesma nas instituições educacionais é realizado de maneira generalista, entretanto, é possível observar, de acordo com Stecanela (2010, p. 44) "[...] que a expressão está relacionada às especificidades de uma forma particular de educação, normalmente associada ao seu modelo escolar". Chevallard (2005) reconhece a crise por que passa a Ciência, e aproxima-se da sensação instalada no professorado, uma vez que ciência é uma palavra que "[...] a cultura não compreende mais muito bem; por essa razão não sabe mais se convém utilizar com referência ou desprezo; diante da qual vemos hesitar entre a comoção, a indiferença e a atribuição de importância [...]" (Apud LEITE, 2007, p. 51). Sobre esse aspecto, de acordo com Lopes (1997, p. 564) "[...] o maior problema em questão é a forma de apropriação do conhecimento pela escola, o processo da transposição didática que retira do conceito sua historicidade e sua problemática". Ainda, segundo Chevallard (op. cit.), a concepção da *transposição didática* está na crise. Como tratado na seção anterior, a *noosfera* é por excelência o *locus* de conflitos e negociações nem sempre harmônicos, voltando-se, geralmente, para os *saberes a ensinar*, embora os motivos das crises do *sistema educacional* não estejam necessariamente vinculadas aos *saberes a ensinar,* mas aos métodos didáticos.

Sobre a aprendizagem por parte dos estudantes no que diz respeito à Ciência que lhes é ensinada, Pozo e Crespo (op. cit.) são categóricos ao afirmar que os mesmos não aprendem;

3 De acordo com o *Gênese,* após criar tudo o que há na Terra, Deus advertiu Adão e Eva sobre a árvore da sabedoria e sobre os riscos de tentar entender o porquê das criações divinas. No entanto, eles não escutaram e provaram do conhecimento, estando, assim, a crise do conhecer no motivo principal da expulsão do homem do Paraíso (POZO; CRESPO, op. cit.).

e ilustram essa afirmação por meio da exposição de dificuldades no uso de estratégias de raciocínio e soluções de problemas característicos do trabalho científico[4]. As dificuldades apresentadas por Pozo e Crespo (op. cit.) evidenciam situações comuns dentro do domínio denominado de *conteúdos procedimentais* do currículo de Ciências; ainda, tais dificuldades evidenciam-se principalmente na resolução de problemas, na qual os estudantes em vez de adotarem uma postura reflexiva e ativa diante dos mesmos, tendem a apresentar um comportamento incompatível com as finalidades da ciência, encarando-os como exercícios rotineiros de simples execução. Pozo e Crespo (op. cit.) são enfáticos sobre as consequências de transposições precárias do saber sábio para o saber ensinado. Os autores listam atitudes e crenças inadequadas mantidas pelos estudantes com relação à aprendizagem da ciência da natureza, algumas delas, a saber: i) aprender ciência consiste em repetir da melhor maneira possível o que o professor explica durante as aulas; ii) para aprender ciência, é melhor não tentar encontrar suas próprias respostas, mas aceitar o que o professor e o livro didático dizem, porque isso está baseado no conhecimento científico; iii) o conhecimento científico é muito útil para trabalhar no laboratório, para pesquisa e para inventar coisas novas, mas não serve praticamente para nada na vida cotidiana; e iv) a ciência proporciona um conhecimento verdadeiro e aceito por todos.

No caso específico do ensino da Química, o principal objetivo, dentro da educação básica, está centrado, segundo Pozo e Crespo (2009, p. 139) "[...] no estudo da matéria, suas características, propriedades e transformações a partir da sua composição íntima (átomos, moléculas, etc.)". Em síntese, a pretensão é ensinar o estudante "[...] a compreender, interpretar e analisar o mundo em que vive, suas propriedades e suas transformações" (idib.). Com isso, pode-se afirmar que a Química é a ciência que tem como um de seus objetivos mostrar a intimidade

4 Ver *Quadro 1.1 – Algumas dificuldades na aprendizagem de procedimentos no caso dos problemas quantitativos* (POZO; CRESPO, op. cit., p.17).

do mundo (RETONDO; FARIA, 2008). Por meio do objetivo geral da Química na educação básica, percebe-se o imbricamento relacional com a teoria de Chevallard (2005), pois para desvelar a intimidade do mundo, por vias da Química, é preciso considerar as *deformações* do objeto do saber, desde sua produção na academia até sua entrada nas escolas.

De acordo com Lopes (1999, p. 104) a constituição do conhecimento escolar "[...] ocorre no embate com os demais saberes sociais, ora afirmando um dado saber, ora negando-o; ora contribuindo para sua construção, ora se configurando como obstáculos sua elaboração por parte dos alunos". Conforme Chevallard (op. cit.), estes "embates" ocorrem na *noosfera*, pois é onde ocorre a interação entre o *sistema didático* e o ambiente social, ocorrendo a transformação do objeto de *saber a ensinar* em um objeto de ensino. Ainda, convém esclarecer aqui que Lopes (1997; 1999) defende o uso da terminologia *mediação didática* em substituição à *transposição didática*. A autora defende que o termo *transposição didática* remete à associação a uma mera reprodução, a um "[...] movimento de transportar de um lugar a outro, sem alterações" (p. 208). Lopes (1999, p.209) prefere o termo *mediação didática* no sentido dialético, partindo de mediações contraditórias entre a realidade e relações complexas, não imediatistas, configurando-se em "um profundo sentido de dialogia" em contrapartida ao "[...] sentido genérico, ação de relacionar duas ou mais coisas, de servir de intermediário ou *ponte* [...]" (1999, p. 208, grifo nosso). Entretanto, existe a concordância com Leite a respeito dessa [e de outras] terminologia(s) alternativa(s) que "[...] apesar de pertinentes, não se desdobram em teorias significativamente diferenciadas" (2007, p. 48). Assim, concordando com Leite (2007), decidiu-se por manter neste trabalho a terminologia cunhada por Chevallard (2005) de *transposição didática*, por acreditar que se um observador qualquer ao cruzar uma determinada *ponte*, e chegar ao outro lado da margem, este mesmo observador terá alterado seu olhar sobre as coisas ao seu redor, de tal modo, suas observações do ambiente terão sofrido *deformações*.

Pozo e Crespo (2009) expõem as dificuldades da aprendizagem da Química[5], principalmente nos níveis fundamental e médio da educação, justificando que as mesmas apresentam suas origens devido à gama de conceitos com alto nível de abstração, linearidade e interdependência ao longo da educação básica, como forças intermoleculares e geometria molecular. Sirhan (2007), por sua vez, explica a situação de dificuldade de compreensão da Química, por ser uma ciência de elevado grau de abstração e conceituação, exigindo, assim, dedicação e empenho daqueles que necessitam/desejam aprendê-la. Ainda, na trajetória da cadeia de escolarização, o estudante depara-se com a introdução de teorias diferentes para explicar um mesmo ponto curricular de estudo, como as teorias de ácido-base. Com base nessas características, Pozo e Crespo (2009, p.141) consideram que estudar Química, principalmente no nível médio, envolve um nível de abstração elevado, podendo ser considerada uma "abstração sobre a abstração". De acordo com os autores, tais dificuldades de aprendizagem dos estudantes com a Química seriam decorrentes da forma organizacional do conhecimento dos estudantes.

Para Chevallard (2005), o ponto fundamental da didática é a relação entre o saber sábio e o saber ensinado. Assim, segundo Pozo e Crespo (op. cit.), a compreensão da Química envolve mudanças na lógica organizacional do estudante sobre as concepções que ele próprio formula, baseadas em aspectos perceptivos. Pessoa (2008) considera essa forma de ver o mundo como sendo uma espécie de inocência primitiva[6] que não está baseada em crenças nem tão pouco em explicações racionais, uma vez que "O que nós vemos das coisas são as coisas./ Por

5 Ver Quadro 6.3 Algumas dificuldades na aprendizagem da química (POZO; CRESPO, op. cit., p. 141).

6 Bertrand Russell considera tal visão como sendo *realismo ingénuo*. De acordo com esse autor, todos começamos no mundo com essa visão das coisas, "isto é, a doutrina de que as coisas são aquilo que parecem ser. Achamos que a grama é verde, que as pedras são duras e que a neve é fria. Mas a física nos assegura que o verdejar da grama, a dureza das pedras e a frieza da neve não são o verdejar da grama, a dureza das pedras e a frieza da neve que conhecemos em nossa experiência própria, e sim algo muito diferente" (Apud MLODINOW, 2009, p. 14).

que veríamos nós uma coisa se houvesse outra?/ Por que é que ver e ouvir seria iludirmo-nos/ Se ver e ouvir são ver e ouvir?" (ibid., p. 63). A superação dessa visão de mundo é essencial para a aprendizagem da Química de modo que conceitos (como orbitais, números quânticos) "[...] não precisem ser entes reais, senão que são aceitos como construções abstratas que ajudam a interpretar a natureza da matéria e suas propriedades" (POZO; CRESPO, 2009, p. 142).

Com relação aos exemplos dos conceitos de orbitais e número quânticos, Lopes (1997) exemplifica a *transposição didática* em Química justamente com o tratamento conferido à estrutura eletrônica. De acordo com a autora, o conceito de *orbital*, contemplado nos livros didáticos de Química, banalizou-se a ponto de distanciar-se completamente do constructo inicial, o qual rompia com concepções realistas e de continuidade macroscópica da Ciência, sendo transmitido ["didaticamente"] de forma realista e esquemática. *Já em relação à distribuição eletrônica, essencial para a compreensão da estrutura molecular e dos princípios de ligações entre elementos/moléculas, passou a ser visto na escolarização de nível médio "[...] como uma espécie de jogo: conhecidas as regras de preenchimento dos orbitais, nada mais fácil do que neles "colocar" os elétrons* (ibid., p. 564, grifo do autor). Ainda, conforme a mesma autora, tal didatização dos conceitos da Química aproxima-se da situação apresentada para o conceito de *distância* de Chevallard e Joshua, visto que, somente o resultado é tratado na escola, deixando o processo histórico da Ciência à margem do ato de ensino. Sobre isso, Pozo e Crespo (op. cit. p. 145) consideram que tal situação "[...] não deve causar estranheza", pois a origem histórica dos conceitos da Ciência apresenta evoluções temporais complexas, não servindo ao imediatismo proposto para o saber escolar.

O ponto central da transposição didática para o docente é a questão de que os conteúdos presentes nos livros didáticos e em outros materiais de apoio pedagógico ao ensino são *deformações* necessárias para que o processo educacional na escola seja efetivado (CHEVALLARD, 2005). Desse modo, o saber

sábio distancia-se cada vez mais das suas raízes acadêmicas e aqui é preciso considerar outra contribuição de Chevallard (op. cit.): a *vigilância epistemológica*. No processo de vigilância epistemológica, há um inevitável e necessário distanciamento entre o saber sábio e o saber ensinado, devido às diversas e sucessivas deformações que o saber sofre com o passar do tempo. Nessa relação de afastamento entre o saber da Ciência e o saber da escola, a noosfera torna viável o equilíbrio entre o sistema didático e o entorno social, entretanto, a compatibilidade é dependente da relação de distanciamento equilibrado do saber ensinado ao saber sábio, e ao "saber banalizado" (ibid., p. 30). "O saber ensinado *se gasta*" (ibid., grifo do autor, tradução nossa). Quando o saber ensinado afasta-se por demasiado do saber sábio, ocorre o *envelhecimento biológico*, sendo o ensino questionado devido à sua obsolescência diante do contexto social. Em contraponto, simultaneamente, a aproximação demasiada do saber ensinado do *saber banalizado* causa o *envelhecimento moral* do saber, causando, assim, críticas sociais sobre a função da escola. De tal maneira, a noosfera é a responsável por selecionar os conteúdos do saber, estabelecendo a compatibilidade necessária para o saber ensinado (CHEVALLARD, 2005; LEITE, 2007).

Com vistas ao exposto, ao abordar aspectos do ensino da Química relacionados com a teoria da transposição didática de Chevallard (op. cit.), evidencia-se que a teoria em questão oferece elementos que visam à compreensão do processo de didatização do conhecimento no âmbito escolar. Logo, a mesma contribui para o entendimento da prática docente por se relacionar diretamente ao campo da didática, considerando que a essa é influenciada por aproximações e distanciamentos diversos entre setores escolares, econômicos, políticos e culturais. Com isso, na seção a seguir, há a abordagem sobre aspectos da didática dos docentes da Química frente às possibilidades ofertadas pelas tecnologias contemporâneas.

"Quem me salva de ti?": a tecnologia no ensinar da Química

Em uma sociedade voltada à informação, a docência acaba por apresentar novas demandas, nem sempre absorvidas pelos professores ou mesmo utilizadas a favor da prática docente. O verso pessoano "Quem me salva de ti?" demonstra, quando pensado vinculado ao meio educacional, a sabida resistência ou falta de recorrência à tecnologia como emergente ao ensino. A aula expositiva parece ser o único meio disponível à grande parte dos docentes na abordagem dos conteúdos, sendo que os aparatos tecnológicos proporcionam interação/integração num sentido mais amplo entre conhecimento-realidade-mundo. Nesta seção, a relação é com o poema *Saudação*, de 1915, em que Fernando Pessoa saúda o seu aprisionamento à própria infância, considerando inútil lutar contra as lembranças e ocorrências do passado (PESSOA, 2008a, p. 116). A relação com este trabalho estabelece-se na interpretação e na apropriação do espírito do poema com vistas à tecnologia no ensino de Química. Extrapolando a interpretação do poema, é possível pensar a disciplina de Química solicitando auxílio às tecnologias diante: i) das dificuldades de aprendizagem características da disciplina; e ii) com relação à própria inserção tecnológica na sala de aula e no cotidiano dos estudantes.

Tradicionalmente, o ensino da Ciência, de modo geral, esteve voltado à transmissão dos modelos, das teorias e dos principais conceitos das disciplinas escolares, visando à interpretação e ao funcionamento da natureza, de tal forma que o conhecimento escolar mantenha a forma conceitual (POZO; CRESPO, 2009). Assim, conforme esses mesmos autores, "[...] não em vão o verbo que melhor define o que os professores *fazem* durante a aula continua sendo o verbo *explicar* (e os [verbos] que definem o que fazem os alunos são, no melhor dos casos, *escutar e copiar)*"

(p. 46, grifo do autor). Entretanto, em uma sociedade[7] em que as demandas formativas se alteram rapidamente, é vital que os cidadãos contem com procedimentos e capacidades de aprendizagem que lhes permitam adaptação em proporcionalidade às exigências da sociedade contemporânea (POZO; CRESPO, 2009). De acordo com Lévy (1999, p. 34), "[...] a questão central não está na mudança do ensino tradicional para os mediatizados por tecnologias, mas na transição de uma educação e uma formação estritamente institucionalizada para uma situação de troca de saberes". Diante do contexto apresentado, vale lembrar a concepção de "aprender da tecnologia", introduzida por Salomon (Apud POZO; CRESPO, op. cit., p. 104). Salomon identifica cinco aspectos dos efeitos das tecnologias sobre a mente, a saber: i) criação de metáforas; ii) criação de (novas) categorias cognitivas; iii) potencialização da atividade intelectual (em geral); iv) ampliação de funções e/ou habilidades psicológicas; e v) internalização de modos e ferramentas simbólicas. Com isso, o autor afirma não haver dúvidas de que a incorporação das tecnologias alteram e (re)estruturam as formas de pensar, de aprender e decidir dos estudantes, devendo, de mesma maneira, modificar as possibilidades do ensinar.

Cabe esclarecer aqui, antes de prosseguir, o sentido adotado neste trabalho para *tecnologia*. Define-se o termo *tecnologia* como "o conjunto convergente de tecnologias em microeletrônica, computação (*software* e *hardware*), telecomunicações/radiodifusão e optoeletrônica" (CASTELLS, 1999, p. 67). Já Sterne (2003) define *tecnologias* como cristalizações cronotópicas de ações sociais. Desse modo, o emprego ou não do termo *digital* pode ser considerado como um aspecto integrante da palavra *tecnologia*, pois é pressuposto que o tempo e o espaço em que a

7 Sobre *sociedade da informação,* Pozo e Crespo (op. cit., p.24) consideram que a escola não é mais a única fonte de conhecimentos, pois os estudantes [assim como os docentes] têm acessos a diversas informações provindas de uma gama de fontes, chegando a produzir uma espécie de saturação informativa. Ainda, segundo os autores, "[...] nem sequer precisam [os alunos] procurar pela informação: é ela que, em formatos quase sempre mais ágeis e atraentes do que os utilizados na escola, procura por eles".

tecnologia opera definirão a pertinência ou não da expressão "digital". Logo, fazendo uso da lógica de Sterne (op. cit.), optou-se, neste trabalho, apenas pela terminologia *tecnologia* para tratar das tecnologias em voga no ambiente escolar.

Prosseguindo as relações entre tecnologias e Química: a partir da exemplificação da descoberta da representação do benzeno por Kékule[8], os autores Wu e Shah (2004) definem a Química como uma ciência essencialmente visual. A aprendizagem da Química envolve a compreensão de conceitos expressos pela Ciência por meio de representações, como gráficos, fórmulas, enunciados, sendo essas tão antigas quanto a própria Química. Ratificando essa característica visual da Química, Neto, Raupp e Moreira (2009) apresentam a evolução histórica da linguagem representacional, com base na teoria dos campos conceituais de Gerard Vergnaud, o qual enfatiza que "[...] a representação simbólica não é apenas uma linguagem que permite a conceitualização, a representação simbólica deve representar o problema e deve ajudar os estudantes a resolver problemas" (ibid., [s.p.]). Johnstone (Apud TALANQUER, 2011) propôs três dimensões da representação do conhecimento químico: i) *descritiva e funcional* (macro); ii) *representacional* (simbólico); e iii) *explicativa* (micro). Evidentemente, o autor definiu o nível *macro* para as entidades e fenômenos que são sensíveis e visíveis no mundo; para referir-se ao nível de *simbólico/representacional* modelos de partícula da matéria e das equações foram empregados; e no nível *micro* as teorias são os elementos de base. De acordo com Johnstone (op. cit.), os especialistas em Química constroem a leitura da realidade do mundo por meio de inter-relações entre os três níveis da representação do conhecimento da área, enquanto que os estudantes operam relações no nível observável. Desde então, há o consenso na literatura da área sobre as formas de representação do conhecimento químico (WU; KRAJCIK; SOLOWAY, 2001;

[8] Friedrich August Kekulé (1829-1896) foi um famoso químico alemão que criou a teoria da Tetracovalência do carbono e criou a hipótese das ligações múltiplas. Além disso, propôs, em 1865, supostamente após acordar de um sonho, a fórmula hexagonal do benzeno.

GABEL, 1993; GIORDAN; GÓIS, 2005), sendo, via de regra, os três níveis de representação para o conhecimento químico: i) *macroscópico*, ii) *microscópico* e iii) *simbólico*. Gabel (1993) destaca a importância do ensino de Química englobar os três níveis de representação para que a aprendizagem ocorra. Nesse sentido, explorar os três universos representacionais da esfera da área da Química apresenta relação direta com a teoria da *transposição didática*, de Chevallard. A preocupação didática aqui é evidente: a distinção entre, por exemplo, os níveis de representação visual e microscópico é nitidamente voltada a aprendizes, com a intenção de introduzi-los a [novas] formas de perceber a matéria e teorizar sobre ela, em geral, por meio de abstrações potentes.

Em estudo investigativo sobre como ocorre a evolução da capacidade representacional de estudantes de Química de nível médio após o uso de *software* de construção de modelos moleculares [ChemSketch 10.0], Raupp *et al.* (2010) identificaram por meio de aplicação de pré e pós-testes que a utilização desse tipo de recurso no ensino da Química, especificadamente o assunto de isomeria geométrica, colaborou para que os estudantes construíssem representações moleculares elaboradas com maior complexidade e adequação a partir da estrutura molecular. De acordo com os autores, a importância de tal tópico da Química é justificada principalmente por dois motivos: i) raízes na Ciência da Química; e ii) raízes no entorno social. O primeiro refere-se a exemplos adequados de assuntos específicos da disciplina em questão compreendido no nível de representação *microscópico*; já o segundo, está imbricado com a possibilidade de diferentes isômeros poderem representar propriedades químicas diferentes, podendo ser relacionado com medicamentos, por exemplo. Para os autores, foi notória a tendência de internalização das representações após o uso do *software* pelos estudantes. Neste caso, Santos e Schnetzler (1996, p. 31) realizaram um estudo com professores de Química, os quais consideram essencial a pré-existência de conhecimentos mínimos de Química por parte dos estudantes: "[...] o conteúdo deve englobar aspectos tanto

do nível macroscópico quanto do microscópico. Além disso, enfatizam que o nível microscópico deve ser abordado pelo estudo de modelos simplificados, acessíveis aos alunos". Ainda sobre *softwares* educacionais voltados ao ensino da Química, Vieira (Apud MELO; MELO, 2005) propõe uma classificação em doze categorias, para os *softwares*, encontrados entre 1978 e 1994, conforme o quadro 3 a seguir.

Quadro 3: Classificação dos *softwares* educacionais para educação química.

CATEGORIAS		DESCRIÇÃO
1.	Aquisição de dados e análise de experimentos	Podem fazer a organização e a análise dos dados do experimento, dos gráficos e das tabelas.
2.	Base de dados simples	Conjunto organizado de dados com uma lógica que permite rápido acesso, recuperação e atualização por meio eletrônico.
3.	Base de dados/ modelagem	Características comuns aos de base de dados simples, porém que executam uma grande quantidade de cálculos matemáticos.
4.	Base de dados/ hipertexto e/ou multimídia	Base de dados existentes para computadores com os recursos de som e imagem.
5.	Cálculo computacional	Resolvem equações matemáticas dos mais variados tipos, como por exemplo: cálculos relativos a pH, propriedades termodinâmicas, equilíbrio químico, entre outros. Propicia uma aproximação entre equações e dados experimentais e informações tabuladas em gráficos e tabelas.
6.	Exercício e prática	Apresenta um conjunto de exercícios para resolução.
7.	Jogo educacional	Programas de jogos. Permite ao sujeito testar hipóteses.

8.	Produção de gráficos e caracteres especiais	Voltados a conteúdos específicos de Química, exemplo: Química Orgânica.
9.	Simulação	Apresentam modelos ou processos de um sistema.
10.	Sistema especialista	Programas de elevada complexidade e custo. Usados em diagnósticos e pesquisas.
11.	Tutorial	Programa que ensina determinada temática. Dinâmico e animado.
12.	Outros	Programas de alta especificidade e de restrita circulação.

Fonte: Adaptado de Melo e Melo (2005).

As categorias apresentadas por Vieira (Apud MELO; MELO, 2005) podem vir a ajudar o professor no momento pedagógico de seleção do *software*, pois mesmo esses não sendo projetados para que o estudante os modifique, proporcionam visualizações de eventos do nível *micro* para a construção de modelos mentais do nível *macro.* Em 2010, Santos, Wartha e Filho em pesquisa sobre *softwares livres* garimparam na rede mundial de computadores 52 *softwares livres* que podem ser usados no ensino da Química. Ao analisarem os *softwares*, os autores propuseram uma classificação mais sucinta em comparação à classificação de Vieira (op. cit.), devido às características dos programas encontrados, conforme demonstrado no quadro a seguir (Quadro 4).

Quadro 4: Classificação para *softwares* livres para o ensino de Química.

CATEGORIAS		DESCRIÇÃO
1.	Jogo educacional	Programas de jogos que possibilitam a investigação para a resolução de uma situação-problema.
2.	Exercícios	Questões para o sujeito resolver.
3.	Experimento	Simulação de reações e identificação de vidrarias em um laboratório virtual.

4.	Construção de gráficos e moléculas	Programa específico para conteúdos da Química, como Química Orgânica.
5.	Tabela periódica	Apresentam a tabela periódica como principal conteúdo.
6.	Outros	Aqueles programas que não se enquadram nas outras categorias.

Fonte: Adaptado de Santos, Wartha e Filho (2010).

Santos, Wartha e Filho (op. cit.) verificaram que 30% dos *softwares* por eles encontrados correspondiam à classificação de *tabela periódica*, sendo que na maioria desses programas existe uma carência de informações adicionais sobre os elementos químicos em comparação com as tabelas convencionais. Ainda, foi constatado que do montante de programas livres, 11,5% correspondem à categoria *jogo educacional* e 17,4% a categoria *experimento*, sendo essas as três categorias com maiores porcentagens de *softwares livres* encontrados. Os autores evidenciam duas características gerais entre os 52 softwares *livres* encontrados na rede mundial de computadores que podem ser fatores de dificuldade para seus usos: i) maioria está no idioma de língua inglesa, o que pode ser um fator de desmotivação ao usuário; e ii) a maioria não apresenta versão *on line*, o que favoreceria o acesso em qualquer sistema operacional e em múltiplos lugares. Entretanto, para Eichler e Del Pino (2000), os aparatos tecnológicos somente auxiliam no processo de ensino-aprendizagem se houver integração entre Projeto Político Pedagógico, atividades de sala de aula e orientação adequada aos docentes. Assim, Eichler e Del Pino (op. cit., p. 835) entendem que a escolha de um software educacional

> *[...] deve satisfazer as intenções do professor e as características dos estudantes; possibilitar vários estilos e tipos de aprendizagem; e aproveitar as qualidades educativas que oferece o computador – em particular, a interatividade e o controle do usuário sobre o que se aprende e como se aprende.*

Em relação aos *softwares* de tabela periódica, encontrados com mais frequência no trabalho de Santos, Wartha e Filho (op. cit.), esses doutores (op. cit.) discorrem sobre as possibilidades do *software KC Discover*. Conforme eles, o *software* foi desenvolvido para o ensino de aspectos descritivos da Química Inorgânica e a base de dados do programa possui informação sobre 49 diferentes propriedades para cada um dos 103 elementos, possibilitando, ainda, entre outras situações: i) achar os elementos que se encontram em determinada faixa de valores de certa propriedade; ii) listar o nome, símbolo, número atômico e outras propriedades de todos os elementos, para um grupo ou período selecionado, arranjando-os em ordem crescente de número atômico; iii) classificar elementos, em ordem crescente alfabética ou numérica, segundo certa propriedade; e ainda, iv) é possível listar as diversas propriedades dos elementos e imprimi-las em tabelas. Assim, com o uso desse tipo de *software* para o ensino de Química (no caso, Inorgânica), poderiam ser usadas as tabelas geradas em atividades de interpretação guiadas pelo seguinte questionamento aos estudantes: "Qual a tendência que os gráficos apresentam?". Os estudantes, por sua vez, poderiam reunir, em gráficos, valores de propriedades dos elementos buscando evidências com as relações de dependência e de periodicidade presentes na tabela periódica. Também, de acordo com Eichler e Del Pino (op. cit.), um dos tipos de *softwares* que podem auxiliar o estudante a raciocinar sobre determinados fenômenos são os programas com características de simulação, porque as vantagens desse tipo de programa estão relacionadas aos modos de construção do conhecimento. Segundo os autores (p. 837) "[...] as simulações oferecem um ambiente interativo para o aluno manipular variáveis e observar resultados imediatos, decorrentes da modificação de situações e condições". Ainda, outra vantagem desses *softwares* são as representações de situações difíceis ou irreproduzíveis fora do ambiente digital, pois em uma simulação há a representação do sistema real, porém sem os perigos e as necessidades de situações reais. O contraponto da atividade é o fato de que "*[...] não há a prescrição*

de uma forma única de abordar o sistema simulado" (ibid.), ou seja, o sujeito determina a forma da interação e o que aprender do sistema simulado.

Com o emprego de softwares computacionais no ensino de Química, *multiplicam*-se as possibilidades de representação na dimensão visível, como também se multiplica a margem de representações em conexão entre os níveis *representacionais* da Química. Além dessa estratégia de ensino facilitar a aprendizagem, torna o ensino da Química atraente e interessante aos estudantes, sendo um meio para potencializar a capacidade de compreensão, uma vez que o aprendizado *macro* é priorizado (MELO; MELO, 2005; EICHLER; DEL PINO, 2000; GIORDAN; GÓIS, 2005).

Considerando que as *tecnologias* não são apenas objetos técnicos, mas artefatos de representação simbólica que se configuram em relações de reciprocidade entre os sujeitos e as práticas sociais, é necessário considerar que as mesmas proporcionam transformações no modo de compreender informações, podendo tais transformações ocorrer em situações de ensino. A *tecnologia* configura-se assim como uma aliada da Química na *transposição didática* favorecendo o entendimento de conceitos e teorias, em contraponto ao afirmado caráter fortemente abstrato da área. O campo de atuação da *tecnologia* constitui-se na conexão entre os três níveis de representação dos conhecimentos químicos citados anteriormente, favorecendo a aprendizagem dos estudantes e auxiliando o processo de *transposição didática* dos conteúdos específicos pelos professores.

"E eu vou, e a luz do gládio erguido dá/ Em minha face calma":reflexões finais

Para finalizar este artigo sobre a tríade tecnologia, sociedade e educação, a relação metafórica foi estabelecida com o verso pessoano "E eu vou, e a luz do gládio erguido dá/ Em minha face calma",

extraído do poema *D. Fernando: infante de Portugal* (PESSOA, 2008b, p. 51-52). No poema em questão, Pessoa narra o desejo de ir além sem temer o que está por vir de um dos heróis fundadores da nação portuguesa. Assim, extrapolando a interpretação do verso que intitula esta seção, pode-se dar o sentido da presença das tecnologias [aparatos e derivações] dentro dos muros escolares, amparado tal avanço sobre a educação pelas próprias políticas educacionais em voga e pelo clamor da sociedade por uma educação conectada com a modernidade.

Ainda, percebe-se que a tecnologia assume uma situação de incompletude nas suas relações com o indivíduo da sociedade vigente. Essa conjuntura pode ser abordada por dois vieses distintos que apresentam relações de dependência mútua. No primeiro viés, a tecnologia tem a sua incompletude manifesta no aspecto da outorga concedida pela sociedade de "vida própria", devido ao aspecto da tecnologia possuir na sua intimidade a angulação da autonomia. Entretanto, tal inclinação é limitada a fatores que são externos à própria tecnologia, já que essa, metaforicamente, assemelha-se à figura mitológica de Pandora[9]. Assim, o mito aproxima-se à presença da tecnologia na educação, pois, caso empregada sem critérios e planejamentos por parte dos responsáveis diretos, passa a ser somente "uma caixa" contendo apenas a esperança de novos ensinamentos e aprendizados. Além disso, sobre a relação metafórica realizada entre a tecnologia e o mitológico, Fernando Pessoa no poema *Ulisses* clarifica o que vem a ser o mito e as conexões com a sociedade: "O mito é o nada que é tudo" (PESSOA, 2008b, p. 41). Já o segundo viés de incompletude acerca da tecnologia, dá conta da redução dos recursos tecnológicos ao aspecto puramente instrumental. Esse

[9] No grego, *pan* significa "todo" e *dôron*, significa "presente, dom", ou seja, uma interpretação para Pandora pode ser "a dotada de tudo". Na mitologia grega, Pandora, a primeira mulher, é uma criação de Zeus, em contrapartida às ações de Prometeu,para beneficiar os homens. Pandora viria aos homens com um objeto, uma suposta caixa, contendo todos os males da humanidade. Vítima de sua curiosidade, ela teria aberto a caixa e deixado escapar todas as mazelas, restando na caixa apenas a esperança (FRANCHINI; SEGANFREDO, 2007).

reducionismo da tecnologia a um mero instrumentalismo é o mesmo que comparar os recursos tecnológicos disponíveis atualmente no mercado, com ferramentas rudimentares usadas pela sociedade feudal. Desse modo, o posicionamento em relação aos vieses abordados é que a tecnologia e seus aparatos são elementos integrantes da cultura atual, e suas potencialidades estão aí para serem exploradas e lapidadas no setor educacional.

A educação é um processo de construção de "pontes" entre o mundo e a escola, ou seja, entre o externo e o interno, em regime de inter/intradependência. De tal modo, a sociedade como um todo tem por dever incluir as transformações, independentemente da fonte de onde sejam provenientes. Dessa maneira, acredita-se que a teoria da *transposição didática*, de Chevallard, está presente constantemente nos afazeres docentes e, devido a isso, faz-se importante se apropriar cada vez mais dos conceitos que estão englobados nessa teoria, visando ao aprimoramento didático no cotidiano do ensino de Química/ensino de Ciências.

Referências

ASTOLFI, Jean-Pierre; DEVELAY, Michel. *A didática das ciências.* Campinas: Papirus, 1990.

BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de Física moderna? *Investigações em Ensino de Ciências,* v.10 n.3, p. 387-404, 2005.

CASTELLS, Manuel. *A sociedade em rede.* Tradução de Roneide Vanêncio Majer; (A era da informação: economia, sociedade e cultura; v. 1). São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CHEVALLARD, Yves. *La transposición didáctica:* del saber sábio al saber enseñado. [Título original: *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné].* Traducción de Claudia Gilman. Buenos Aires: Aique, 2005.

EICHLER, Marcelo; DEL PINO, José Cláudio. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. *Química Nova*, v. 23 n.6, p. 835-840, 2000.

FORQUIN, Jean-Claude. *Escola e cultura:* as bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar. Porto Alegre: Artmed, 1993.

FRANCHINI, A. S.; SEGANFREDO, Carmen. *As 100 melhores histórias da mitologia:* deuses, heróis, monstros e guerras da tradição greco-romana. 9. ed. Porto Alegre: L&PM, 2007.

GABEL, Dorothy. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. *Journal of Turkish Science Education*, v. 70, n. 3, p. 193-194, 1993.

GIORDAN, Marcelo; GÓIS, Jackson. Telemática educacional e ensino de química: considerações sobre um construtor de objetos moleculares. *Linhas Críticas*, Brasília, v. 11, n. 21, p. 285-301, jul. 2005.

LEITE, Miriam Soares. *Recontextualização e transposição didática:* introdução à leitura de Basil Bernstein e Yves Chevallard. Araraquara: Junqueira&Marin, 2007.

LEIVAS, José Carlos Pinto; CURY, Helena Noronha. Transposição didática: exemplos em educação matemática. *Educação Matemática em Revista – RS,* ano 10, n. 10, v. 1, p. 65-74, 2009.

LÉVY, Pierre. *A inteligência coletiva:* por uma antropologia do ciberespaço. 2. ed. São Paulo: Loyola, fev. 1999.

LOPES, Alice Ribeiro Casimiro. Conhecimento escolar em Química: processo de mediação didática da ciência. *Química Nova*, n. 20, v. 5, p. 563-568, 1997.

_____. *Conhecimento escolar:* ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: EdUERJ, 1999.

MARANDINO, Martha. Transposição ou recontextualização? Sobre a produção de saberes na educação em museus de ciências. *Revista Brasileira de Educação*, n. 26, p. 95-108, maio/ago., 2004.

MELO, Elda Silva do Nascimento; MELO, João Ricardo Freire de. Softwares de simulação no ensino de Química: uma representação social na prática docente. *Educação Temática Digital,* Campinas, v. 6, n. 2, p. 43-52, jun., 2005.

MLODINOW, Leonard. *O andar do bêbado:* como o acaso determina nossas vidas. Tradução de Diego Alfaro. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

MONEREO, Carles; POZO, Juan Ignacio. O aluno em ambientes virtuais: condições, perfil e competências. In: COLL, César; MONEREO, Carles. *Psicologia da educação virtual:* aprender e ensinar com as tecnologias da informação e comunicação. Tradução de Naila Freitas. Porto Alegre: Artmed, 2010. p. 97-117.

MONTEIRO, Ana Maria Ferreira da Costa. A história ensinada: algumas configurações do saber escolar. *História & Ensino,* Londrina, v. 9, p. 37-62, out., 2003.

NETO, Agostinho Serrano de Andrade; RAUPP, Daniele Trajano; MOREIRA, Marco Antonio. A evolução histórica da linguagem representacional química: uma interpretação baseada na teoria dos campos conceituais. VII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências. Florianópolis, nov. 2009.

NOVALIS. L'encyclopédie: notes et fragments. In: PESSOA, Fernando. *Novas poesias inéditas*. Lisboa: Ática, [s.p.], 1973.

PESSOA, Fernando. *Poemas de Álvaro de Campos:* obra poética IV. Organização, introdução e notas Jane Tutikian. Porto Alegre: L&PM, 2008a.

_____. *Mensagem:* obra poética I; organização, introdução e notas Jane Tutikian. Porto Alegre: L&PM, 2008b.

PIETROCOLA, Mauricio. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ensino de ciências através de modelos. *Investigações em Ensino de Ciências,* v. 4 n.3, p. 213-227, 1999.

POZO, Juan Ignácio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. *A aprendizagem e o ensino de ciências:* do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. Tradução de Naila Freitas. 5. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAUPP, Daniele; SERRANO, Agostinho; MARTINS, Tales Leandro Costa; SOUZA, Bruno Campello de. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências,* v. 9, n. 1, p. 18-34, 2010.

RETONDO, Carolina Godinho; FARIA, Pedro. *Química das sensações.* Campinas: Editora Átomo, 2008.

SABER. In: *Dicionário Houaiss da língua portuguesa* [eletrônico]. Versão monousuário 3.0, Rio de Janeiro: Objetiva, jun., 2009, [s.p.].

SANTOS, Danilo Oliveira; WARTHA, Edson José; FILHO, Juvenal Carolino da Silva. Softwares educativos livre para o ensino de química: análise e categorização. *XV ENEQ − Encontro Nacional de Ensino de Química,* Brasília, jul. 2010.

SANTOS, Wildson Luiz P. dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Função social: o que significa ensino de química para formar o cidadão?. *Química Nova na Escola,* n. 4, p. 28-34, nov., 1996.

SAVIANI, Nereide. *Saber escolar, currículo e didática:* problemas da unidade conteúdo/método no processo pedagógico. 3. ed., rev. Campinas: Autores Associados, 2000.

SHAH, Priti. Exploring visuospatial thinking in Chemistry learning. *Inc. Sci. Ed.*, n.88, p. 465-492, 2004.

SIRHAN, Ghassan. Learning difficulties in chemistry: an overview. *Journal of Turkish Science Education,* v.4 n.2, set., 2007.

STECANELA, Nilda. *Jovens e Cotidiano:* trânsitos pelas culturas juvenis e pela escola da vida. Caxias do Sul: Educs, 2010.

STERNE, Jonathan. Bourdieu, technique and technology. *Cultural Studies,* v. 17 n.3/4, p. 367-389, 2003.

TALANQUER, Vicente. Macro, Submicro, and Symbolic: the many faces of the chemistry "triplet". *Internacional Journal of Science Education,* v. 33, n. 2, p. 179-195, jan., 2011.

VEIGA-NETO, Alfredo; NOGUERA, Carlos Ernesto. Conhecimentos e saber: apontamentos para os estudos de currículo. In: SANTOS, Lucíola Licínio de Castro Paixão et al. *Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente.* Belo Horizonte: Autêntica, 2010. p. 67-87.

WU, Hsin-Kai; KRAJCIK, J. Joseph S; SOLOWAY, Elliot. Promoting understanding of chemical representations: student's use of a visualization tool in the classroom. *Journal of Research in Science Teaching,* v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.