

A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO TERMODINÂMICA QUÍMICA

THE DIDACTIC TRANSPOSITION OF CHEMICAL THERMODYNAMICS CONTENT

Priscila do Nascimento Silva (priscilnascimento@yahoo.com.br)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Larissa Oliveira de Souza (loliveiradesouza3@gmail.com)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Flávia Cristiane Vieira da Silva (flavia.cristianevs@gmail.com)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

José Euzebio Simões Neto (euzebiosimoes@gmail.com)

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Resumo: O processo de modificação de determinado saber, quando é didatizado, ou seja, formatado para situações de ensino, ao deixar a esfera científica e adentrar a esfera escolar é denominado de transposição didática, e ocorre em duas etapas complementares: externa, que transforma o saber científico em saber a ser ensinado, e interna, que transforma o saber a ser ensinado em saber ensinado. Nesse artigo, buscamos apresentar uma análise do processo de transposição didática para o conteúdo Termodinâmica Química. Para observar a transposição didática externa, trabalhamos com a comparação entre um livro didático do Ensino Superior, tomado com referência, e obras significativas do Ensino Médio. Em seguida, procuramos identificar a relação de três professores do Ensino Médio com tal conteúdo, por meio de entrevistas, buscando indícios do trabalho intramuros da sala de aula. Observamos a ocorrência de deformações, supressões e criações didáticas na construção do texto do saber, além de verificarmos a importância da programabilidade, recontextualização e gestão do tempo no processo de construção do novo texto do saber. Ainda, observamos a inclusão de elementos teóricos por um dos professores entrevistados, fenômeno que chamamos nesse texto de acréscimo individual.

Palavras-chave: Transposição Didática; Termodinâmica Química; Ensino de Química.

Abstract: The process of modifying certain knowledge when it is taught, that is, formatted for teaching situations, leaving the scientific sphere and entering the school sphere is called didactic transposition, and occurs in two complementary stages: external, which transforms knowledge scientific in the knowledge to be taught, and internal, which transforms the knowledge to be taught into the knowledge taught. In this article, we seek to present an analysis of the didactic transposition process for the Chemical Thermodynamic content. To observe the external didactic transposition, we worked with the comparison between a Higher Education textbook, taken with reference, and significant works of High School. Next, we sought to identify the relationship of three high school teachers with such content through interviews, looking for evidence of intramural classroom work. We observed the occurrence of

deformations, suppressions and didactic creations in the construction of the text of knowledge, as well as the importance of programmability, recontextualization and time management in the process of construction of the new text of knowledge. Still, we observed the inclusion of theoretical elements by one of the teachers interviewed, a phenomenon we call individual addition.

Keywords: Didactic Transposition; Chemical Thermodynamics; Chemical Teaching.

1. INTRODUÇÃO

A ciência que é ensinada nas escolas, que vamos chamar de ciência escolar, não é a mesma que é produzida em centros de pesquisas e comunicadas em revistas especializadas. De fato, o saber não chega na sala de aula tal qual foi produzido no contexto científico, ele é submetido a um grande número de modificações, em um processo no qual são transformadas sua natureza e intencionalidade, assumindo uma forma didática, com objetivo principal de ser ensinado. Esse processo foi chamado por Chevallard (1991) de Transposição Didática.

O estudo da Transposição Didática fornece explicações sobre as modificações impostas ao saber desde sua elaboração científica, nas academias e centros de pesquisa, até sua entrada em cena em sala de aula, como saber a ser ensinado e finalmente, saber ensinado. Tal noção acrescenta uma importante contribuição a Teoria das Situações Didáticas, desenvolvida por Brousseau (1986), que propõe uma visão das relações didáticas como triangular, formada por dois polos humanos, professor e aluno, e um outro polo, epistemológico, que determina as formas como tais relações vão se estabelecer, conforme o triângulo apresentado na figura 1.



Figura 1 – Triângulo das Situações Didáticas (SILVA, SILVA; SIMÕES NETO, 2015)

Pensar sobre essa relação ternária implica em colocar em cena uma série de conceitos articulados de forma complexa, para que seja possível compreender a maneira dinâmica e encadeada como tais relações se instituem (BRITO MENEZES, 2006). Nessa relação existe uma intencionalidade de ensino, ou seja, o professor tem o desejo de se ensinar um saber, que deve ser aprendido pelos alunos. Assim, em quaisquer momentos da situação didática, existe uma relação ao saber, do professor e dos alunos, que inicialmente é assimétrica, pois o professor sabe algo que os alunos ainda não sabem, e, por isso, ele deve criar situações com potencial de aproximar os alunos desse saber que deve ser aprendido.

Escolhemos analisar o processo de Transposição Didática para o conteúdo Termodinâmica Química pela sua importância na explicação de fenômenos cotidianos, pela vasta aplicação nas indústrias, no comércio, nos centros de pesquisas militares (bombas, foguetes, combustíveis), na produção de energia e estabelecimento de fontes energéticas que facilitam a vida do ser humano. Ainda, a abordagem desse tópico é comumente deveras abstrata, devido à necessidade da compreensão dos alunos sobre aspectos microscópicos da energia envolvida nas reações químicas (MORTIMER; AMARAL, 1998).

Assim, a presente pesquisa tem como objetivo analisar o processo de Transposição Didática do conteúdo Termodinâmica Química, observando de que forma os conceitos são abordados em livros didáticos e intramuros da sala de aula. Para isso, precisamos discutir um pouco mais sobre a ideia de Transposição Didática, no próximo tópico.

2. A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA

O trabalho associado a modificação de determinado saber, quando deixa de ser um objeto de conhecimento científico e se estabelece como um objeto de ensino, é denominado Transposição Didática, definida por Chevallard (1991) a partir do estudo, aprofundamento e ampliação da noção proposta pelo sociólogo francês Michel Verret (SILVA; SILVA; SIMÕES NETO, 2015). Definida inicialmente no âmbito da didática da matemática, essa noção pode ser aplicável ao ensino de ciências naturais, como a Química. Essa possibilidade foi levantada pelo próprio Chevallard (NEVES; BARROS,

2011), e bem discutida por Astolfi e Develay (1990), quando afirmam que todo conteúdo de ensino escolar se origina em um saber anterior, produzido pela comunidade científica e com intencionalidade e linguagem a serviço dos pares.

De acordo com Chevallard (1991), a Transposição Didática permite uma compreensão didática e epistemológica do percurso de formação e transformação dos saberes em três esferas distintas: saber científico (em tradução mais precisa, saber sábio), saber a ser ensinado (ou saber a ensinar) e saber ensinado. Uma das questões centrais da Transposição Didática é a compreensão de como um determinado saber é modificado e adaptado para atender a certas demandas, que para além da escola são também sociais. O estudo da trajetória percorrido pelo saber permite visualizar as influências recebidas do saber científico e também de outras fontes, que moldam não só o aspecto conceitual, como também didático. Como afirma Brousseau (1986), é natural que, na produção do saber científico, o pesquisador atue no sentido da despersonalização, descontextualização e destemporização de seus resultados. E essa omissão das percepções pessoais, do contexto e do tempo no qual o cientista esteve imerso, que gera uma comunicação dos resultados limpa, depurada e impessoal, chega até o saber a ser ensinado, numa direção que Chassot (1993) entende como uma visão asséptica da ciência.

Chevallard (1991) atribui ao processo de transposição duas etapas, a primeira *strictu sensu*, que ocorre fora da escola, por isso chamada de Transposição Didática Externa (TDE) e transpõe o saber científico em saber a ser ensinado; e a segunda, *lato sensu*, que transpõe o saber a ser ensinado em saber ensinado, e ocorre intramuros da sala de aula, sendo chamada de Transposição Didática Interna (TDI). O processo está representado na figura 2.



Figura 2 – O processo de transposição didática (MELZER, SIMÕES NETO; SILVA, 2016)

O primeiro processo é realizado por uma instituição que Chevalard (1991) chamou de Noosfera, que é “invisível” e envolve os responsáveis, didatas, professores, pedagogos, técnicos educacionais e membros do governo, por definir o que deve ser ensinado nas escolas (BRITO MENEZES, 2006). Tal instituição propõe os textos dos parâmetros, orientações e bases curriculares que irão nortear a organização e sistematização desses saberes que chegarão às escolas.

Durante o processo de transposição ocorrem modificações significativas na estrutura do saber, tais como deformações, supressões, acréscimos e criações didáticas. Essas ações são importantes para que o saber em questão possa ser ensinado e aprendido nas escolas. Todavia, é essencial uma postura cuidadosa na gestão dessas modificações, que podem ser prejudiciais ao processo, por desfigurar o saber original e criar obstáculos à aprendizagem. Neste caso, se torna essencial o trabalho da vigilância epistemológica que, de acordo com Chevallard (1991), surge quando professores e/ou pesquisadores questionam o saber a ser ensinado em sua natureza, realizando o importante papel de atuar para impedir a criação de dogmas, o engessamento do conhecimento, as deformações e criações didáticas de efeitos indesejáveis, garantindo coerência do conceito em relação ao saber científico.

Na Transposição Didática Interna o professor assume um papel importante, pois o saber que entra em cena no jogo didático se manifesta a partir do novo texto do saber, que é impregnado pela relação que o professor possui com o saber (CÂMARA DOS SANTOS, 1997). Entre vários processos e ações inerentes ao trabalho do professor, destacamos a repersonalização e a recontextualização dos saberes. Ao preparar as situações de ensino para que os alunos possam aprender determinado conteúdo, o professor deve inserir, no novo texto do saber, as suas percepções pessoais e elementos do contexto no qual os sujeitos, estudantes e ele mesmo, estão inseridos.

A textualização do saber é um processo de preparação prévia pelo qual passa o conteúdo a ser ensinado, e sua realização ocorre sob o controle de regras que visam a estruturação de uma forma didática. Entre as regras que estruturam essa textualização, Chevallard (1991) destaca algumas principais, a saber: a desincretização, que consiste na exigência de proceder a uma divisão da teoria em áreas e especialidades bem delimitadas; a despersonalização, que consiste na exigência da separação do saber de

qualquer contexto pessoal; a programabilidade, que consiste no estabelecimento de uma programação da aprendizagem segundo uma sequência progressiva e racional; e a publicidade, que é a definição explícita do saber que deverá ser ensinado.

A Transposição Didática é como a mola essencial da vida dos saberes, de sua propalação e de sua funcionalidade adequada. Para Chevallard (1991), a modificação ou transformação a qual os saberes são submetidos é de muita importância para uma aprendizagem mais efetiva, sendo um viés da valorização da produção de conhecimento. Neste contexto, o professor é o responsável pelo processo final e assume alguns compromissos com seus direcionamentos. Desta forma, ele define o texto do saber e ainda reinterpreta tal texto, utilizando diferentes óculos para ver a realidade objetiva (CHASSOT, 1995), fazendo escolhas determinadas pelas visões mais marcantes na sua formação e executando processos que buscam diminuir a assepsia do conteúdo em sua abordagem em sala de aula.

3. O ENSINO E APRENDIZAGEM DE TERMODINÂMICA QUÍMICA

Segundo Altet (1999), a aprendizagem é sempre o objetivo do ensino, embora nem toda aprendizagem sempre seja o produto de uma situação de ensino. Tal afirmação quer dizer que a instrução escolar e o ensino, embora tenham por objetivo possibilitar a aprendizagem, nem sempre logram sucesso. Por isso, inúmeras discussões são realizadas na comunidade científica, buscando refletir sobre ações e propor metodologias e estratégias didáticas eficazes para atingir os objetivos do ensino, a sua aproximação com a aprendizagem.

Na perspectiva da conceituação, a aprendizagem de um conceito está relacionada diretamente à aprendizagem do seu significado, abandonando sentidos pessoais e adotando significados aceitos socialmente (MORTIMER, 1996), ou seja, aprender um conceito científico é aprender a falar sobre tal conceito, utilizando o significado aceito pela comunidade científica e/ou sociedade e/ou contexto em que estamos inseridos. Sendo assim, aprender sobre Termodinâmica Química é aprender a falar para ser compreendido pelas pessoas, sobre conceitos fundamentais dessa área, como calor, temperatura, entalpia, entropia e energia, dentro de um contexto específico de uso.

Porém, mesmo após um cuidadoso processo de transposição didática, os alunos do Ensino Médio sentem dificuldades na aprendizagem de conteúdos relacionados à Química. Embora muitos movimentos de didatização sejam realizados no processo de transposição, na maior parte das escolas, a ênfase do ensino ainda é tradicional, baseado na memorização de fatos, dados e relações matemáticas, minimizando a aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes (POZO; GOMÉZ CRESPO, 2009), e distanciando a química escolar das manifestações cotidianas de fenômenos químicos.

De acordo com Mortimer e Amaral (1998), o estudo sobre a energia envolvida nas transformações recebe, no Ensino Médio, o nome de Termoquímica ou Termodinâmica Química, envolvendo o uso de alguns conceitos como energia, calor e temperatura. Porém, além de abstratos, esses conceitos possuem significados diferentes na linguagem científica e na linguagem cotidiana, por exemplo: calor pode ser compreendido como sensação térmica, em uma atividade física na quadra da escola, enquanto que, minutos depois, pode ser associada a energia em trânsito entre dois corpos, em uma aula de físico-química (AMARAL; MORTIMER, 2001). O mesmo vale para energia, que pode ser associada a contextos místicos e espirituais, quando se afirma que a energia de um colega é negativa ou baixa, enquanto que minutos depois podemos estar calculando o valor da energia cinética de um corpo em movimento (SIMÕES NETO, 2016).

Pesquisas que consideram os aspectos energéticos das transformações químicas apontam para as dificuldades que os alunos têm em relação à aprendizagem do conceito de energia e seus correlatos ou, ainda, as dificuldades quanto à aprendizagem de um grande número de conceitos abstratos como calor, energia e temperatura (BOO, 1998; DUIT, 1984; AMARAL; MORTIMER, 2001; SIMÕES NETO, 2016). Desse modo, é notória as dificuldades dos estudantes em compreender conceitos como calor de reação, entalpia e a Lei de Hess, entre outros. Assim, justificamos a escolha pelo conteúdo Termodinâmica Química para a análise da Transposição Didática.

4. METODOLOGIA

Nossa pesquisa foi dividida em duas etapas, cada uma relacionada com um movimento de Transposição Didática, a externa e a interna. Na primeira etapa buscamos observar o processo de Transposição Didática Externa, a partir de uma análise

comparativa entre um livro de Química Geral do Ensino Superior, LES, que serve como referência e foi publicado em 2006, sendo bastante recomendado nas disciplinas introdutórias dos cursos de Química, e algumas obras destinadas ao Ensino Médio, escolhidas pela aceitação e reconhecimento no mercado, tanto em escolas públicas quanto em escolas privadas, conforme quadro 1.

Quadro 1 – Livros do Ensino Médio utilizados na Pesquisa.

Livro Didático	Representação	Ano de Publicação
Livro Didático 1	LD1	2007
Livro Didático 2	LD2	2010
Livro Didático 3	LD3	2010

Fonte: Própria

Esta opção de metodologia comparativa se sustenta a partir de uma aproximação válida: de fato, os livros didáticos do Ensino Superior são produtos de Transposição Didática, pois o saber se encontra didatizado. No entanto, como apresentam menos modificações e transformações que os livros do Ensino Médio, pode ser tomado como manifestação do Saber Científico, em esfera delimitada (SILVA; SILVA; SIMÕES NETO, 2015).

Para levantamento dos dados, realizamos leitura detalhada e criteriosa do livro de referência e dos livros do Ensino Médio, visando identificar modificações quanto à Transposição Didática Externa: deformações, quando um saber é descaracterizado no processo de transposição didática; supressões, quando um saber deixa de estar presente no texto do saber; acréscimos, quando uma informação ou abordagem é adicionada ao conteúdo, durante a transposição; e criações didáticas, elementos adicionais da transposição que buscam facilitar a aprendizagem dos conceitos, que podem trazer benefícios ou malefícios à aprendizagem dos estudantes, dependendo da maneira como estão dispostos.

A segunda etapa dessa metodologia teve como objetivo verificar elementos do processo de Transposição Didática Interna. Participaram da pesquisa três professores de

Química que lecionam a disciplina no Ensino Médio. O quadro 2 apresenta mais informações sobre os sujeitos da pesquisa.

Quadro 2 – Perfil dos professores investigados

Professor (a)	Rede de Atuação	Tempo de Experiência	Formação Acadêmica	Pós-Graduação
P1	Estadual	23 anos	Licenciatura em Química	Especialização em Ensino de Ciências (Química)
P2	Estadual	20 anos	Licenciatura em Química	Mestrado em Bioquímica
P3	Federal	22 anos	Licenciatura em Química	Mestrado e Doutorado em Energia Nuclear

Fonte: Própria

Desenvolvemos um roteiro para entrevista semiestruturada, com base em cinco perguntas, todas relacionadas com elementos da gestão do conteúdo Termodinâmica Química intramuros da sala de aula. No quadro 3 apresentamos as perguntas e seus objetivos, buscando entender o trabalho do professor na Transposição Didática Interna.

Quadro 3 – Questões da Entrevista e Objetivos

Questões	Objetivo
Quanto tempo, ou quantas aulas você estabelece para abordagem do conteúdo Termodinâmica química?	Levantar informações acerca do tempo em que o saber fica em cena no jogo didático, baseado na dimensão temporal do trabalho docente.
Como você organiza a sequência de aulas sobre Termodinâmica química?	Observar a seleção e sistematização do conteúdo pelo professor.
Baseado na proposta de análise da Transposição Didática apresentada, quais das modificações listadas são consideradas por você na sala de aula? (Obs.: Antes de realizar essa pergunta, mostramos os resultados da primeira etapa desta pesquisa.)	Identificar quais das modificações são reconhecidas e consideradas pelo professor em sua prática, a partir da análise da Transposição Didática Externa desta pesquisa. Mostramos os resultados da primeira etapa e pedimos para que comentassem quais características apresentadas fazem parte do saber que entra em cena no jogo didático nas suas aulas.

O que você considera mais importante no que é ensinado ao aluno?	Relacionar a dimensão temporal com a escolha dos conteúdos.
Como você age no sentido de contextualizar e personalizar na gestão da termoquímica nas suas aulas?	Identificar as opções e ações dos professores quanto aos processos de recontextualização e repersonalização do saber intramuros da sala de aula.

Fonte: Própria

O roteiro da entrevista foi baseado nas questões propostas por Silva, Silva e Simões Neto (2015), que procuraram compreender o processo de transposição didática para o conteúdo reações orgânicas. As entrevistas foram realizadas em momentos distintos, em visitas realizadas nas escolas de cada professor, gravadas em áudio e posteriormente transcritas. A partir das respostas elencamos elementos que dão indícios da forma em que o saber em questão, Termodinâmica Química, é gerido intramuros da sala de aula, o que fornece observações sobre o trabalho de Transposição Didática Interna.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, apresentaremos os resultados e a discussão para a pesquisa realizada com os livros didáticos, na análise do processo de Transposição Didática Externa. Em seguida discutiremos as respostas dos professores à entrevista semiestruturada, buscando indícios do trabalho de Transposição Didática Interna.

5.1 Análise da transposição didática do conteúdo de termodinâmica química

A análise comparativa do Livro de Referência (LES) e os livros didáticos para o Ensino Médio (LDs) possibilitou realizar algumas considerações sobre o processo, elencadas e discutidas a seguir:

- A) Observamos, nos livros do Ensino Médio, uma maior atenção em mostrar aplicações da Termodinâmica, principalmente no cotidiano dos estudantes, quando em temas como fontes renováveis e sustentáveis de energia, informações calóricas dos alimentos e energia e meio ambiente, explorando a combustão na

queima de florestas, no gás de cozinha, na queima da vela. São informações recorrentes nas obras do Ensino Médio e que não estão no LES, caracterizando um acréscimo na introdução do conteúdo.

- B) LD3 inicia a abordagem da Termodinâmica Química apresentando alguns princípios que explicam a transferência de energia entre vizinhanças de um sistema. LD2 também apresenta as noções de sistema e vizinhança, mas já nas explicações sobre reações químicas endotérmicas e exotérmicas. No entanto, o LES explica que a liberação de energia do sistema para a vizinhança ocorre na forma de trabalho, o que não é discutido nas obras em destaque, caracterizando supressão parcial em ambos os livros do Ensino Médio. Em LD1 a supressão dessa discussão inicial é completa e o conteúdo é iniciado a partir da definição de entalpia.
- C) A discussão acerca da Energia Interna de um sistema é bastante ampla no LES, mas não nas obras destinadas ao Ensino Médio, o que caracteriza uma supressão.
- D) No LES encontramos várias relações entre grandezas, representadas a partir de equações matemáticas, algumas acompanhadas de suas deduções, o que pode ajudar no entendimento das relações mais fundamentais. Contudo, para todas as relações apresentadas, apenas as equações finais são apresentadas em LD1, LD2 e LD3, o que entendemos como supressão parcial. Embora as deduções sejam importantes, tal modificação se justifica devido a gestão do tempo na sala de aula e nível de exigência matemático de algumas dessas deduções, que podem envolver cálculo diferencial e integral.
- E) LD3 é a única obra destinada ao Ensino Médio a abordar o conceito de entropia, porém, com deformações: visão da entropia unicamente como medida do grau de desordem e abordagem puramente qualitativa. LD1 e LD2 não mencionam o conceito, importante para o entendimento da termodinâmica das reações químicas, caracterizando supressão.
- F) Uma supressão que observamos nos três livros do Ensino Médio analisados está relacionada a questão da espontaneidade das reações e a energia livre de Gibbs. Consideramos essa supressão prejudicial, pela importância da compreensão

desse conceito, Energia Livre de Gibbs, para a Termodinâmica Química e para outros conteúdos, como por exemplo o Equilíbrio Químico.

5.2 Entrevista semiestruturada com os professores de Química

Buscando identificar indícios do trabalho de Transposição Didática Interna, entrevistamos três professores de Química, que atuam no Ensino Médio. Procuramos saber sobre o seu trabalho intramuros da sala de aula, que implica em escolhas e seleção de conteúdo e determina o que irá compor a abordagem de determinado saber quando entrar em cena no jogo didático. Destacamos a importância de manter a coerência com o trabalho externo da transposição, realizado pela noosfera, para evitar eventuais problemas no ensino e/ou na aprendizagem. As respostas às perguntas e as discussões são apresentadas a seguir.

Q1. Quanto tempo, ou quantas aulas você dispõe para abordagem do conteúdo de Termoquímica?

P1 afirmou que trabalha o conteúdo em cerca de um bimestre, com uma aula semanal no 2º ano e duas aulas semanais no 3º ano, totalizando oito e dezesseis aulas, respectivamente. O mesmo tempo é investido por P2, mas apenas no 3º ano, com duas aulas semanais, em um total de dezesseis aulas. Já P3 trabalha o conteúdo em uma sequência de doze aulas, tanto no 2º ano quanto no 3º ano do Ensino Médio.

Observamos, na fala de P1, uma menor quantidade de aulas destinadas a Termodinâmica Química no 2º ano, em relação ao 3º ano, o que nos faz perceber uma preparação possivelmente diferenciada nas aulas dessas duas turmas, pois o tempo de ensino é diferente. Ainda, percebemos uma falta de coerência entre o programa definido pela base curricular do estado de Pernambuco, que coloca a Termodinâmica Química como conteúdo a ser abordado no segundo ano do Ensino Médio. No geral, o tempo em que o saber fica em cena no jogo didático, para esse saber, não é muito variável.

Q2. Como você organiza a sequência de aulas sobre Termoquímica?

Ao responder essa questão, P1 acabou explicando o seu planejamento anual do conteúdo de química na escola, apresentando alguns fatores externos (como as políticas estaduais), que entendemos como elementos de fundamentação das suas escolhas em

relação a organização da sua sequência de aulas. Ao falar sobre o conteúdo Termodinâmica Química, ele explica que a ideia do planejamento estadual é trabalhar inicialmente com a questão dos alimentos e depois apresentar uma introdução para as definições de reações endotérmicas e exotérmicas. Ainda, mostra uma distinção de tratamento entre o trabalho no 2º e no 3º ano: apenas no último é trabalhada a lei de Hess, possivelmente devido a diferença de carga horária, já mencionada.

P2 também introduz o saber a partir do tema gerador alimentos, como sugere as diretrizes do estado, e em seguida aborda calorimetria, entalpia e estuda os gráficos para reações endotérmicas e exotérmicas. Alguns aspectos importantes são suprimidos, como Energia Interna, Trabalho, Lei de Hess e Energia Livre de Gibbs, assim como na sequência adotada por P1.

Por fim, P3, talvez pelo contexto escolar, é o único entre os entrevistados que trabalha em uma instituição federal, com mais recursos associados ao meio e com estudantes que venceram uma concorrida e desgastante seleção, apresenta uma abordagem mais completa do conteúdo:

“Eu faço uma introdução falando das leis relacionadas a termodinâmica, então, eu faço uma revisão de Termodinâmica primeiro, eu me reporto à física, então trabalho a primeira lei, a segunda lei e a terceira lei da termodinâmica... depois, eu trabalho energia interna para poder explicar energia de ligação. Por isso que eu trabalho termoquímica, para poder explicar de onde vem a energia liberada de uma reação química, né? E aí eu sigo as formas de obtenção de energia a partir de reações químicas, falo dos processos endotérmicos e exotérmicos, trabalho muito com aplicações, né? Do calor gerado através de reações químicas, desde o sol até uma produção de eletricidade numa termoelétrica... e falo da entropia porque é a lei universal... falo da entropia, falo da energia livre de Gibbs para produção de trabalho, então faço muita relação com a física... e termino com o efeito Mpemba, que é a questão do porquê que se congela água quente mais rápido, do que ela... porque o efeito Mpemba... é um paradoxo. Então, eu termino minhas aulas com essa discussão. É mais ou menos isso, né?! Então eu faço experimentos e trago alguma discussão... eu trabalho muito com aula expositiva/dialogada”.

Na fala de P3, vemos uma abordagem mais completa, trazendo até elementos que foram suprimidos ou deformados no processo de Transposição Didática Externa. Nesse caso a seleção do conteúdo e a gestão do texto do saber vão de encontro das ideias de Chevallard (1991), evidenciado no tratamento do efeito Mpemba, bastante específico e pouco discutido inclusive na formação inicial dos professores. Tal efeito, descoberto por Erasto Mpemba no final da década de 1960, consiste no congelamento mais rápido da água morna que da água natural e ainda não tem uma explicação amplamente aceita pela comunidade científica (JENG, 2006). Acreditamos que tal aspecto é um acréscimo individual, em que o professor atua sem considerar totalmente os direcionamentos dados pelo trabalho da noosfera.

Q3. Baseado na proposta de Transposição Didática apresentada, quais das modificações listadas são consideradas por você na sala de aula?

Após observar os resultados da primeira etapa desse estudo, P2 respondeu à questão de forma direta: *“Não, não, não. Abordo apenas o essencial, só o essencial... eu já acho até que é coisa demais”*. Percebemos uma preocupação maior em justificar as escolhas com relação a seleção do conteúdo e a gestão do tempo do que em analisar as modificações apresentadas pela nossa análise da Transposição Didática Externa.

P1 não considera importante para seu plano de ensino a abordagem sobre energia interna e energia livre de Gibbs nas aulas de Termodinâmica Química. Ele argumenta que a abordagem desses tópicos nos processos seletivos para universidade, superficial e matemática, é fator central na desmotivação em considerar discussões mais aprofundadas sobre os temas. Assim, ao relatar que prefere dar ênfase só aos conteúdos que julga mais constante nos vestibulares, P1 faz a opção por valorizar um conteúdo mínimo e não a formação dos alunos.

Já P3 relata que acha muito importante o conceito de Energia Interna para que o aluno compreenda de fato a energia que está associada as reações químicas, como também a Energia Livre de Gibbs, pois é ela que possui a dimensão da energia útil, aquela que realmente se relacionada ao trabalho.

Quanto a supressão das deduções das equações matemáticas, todos os professores investigados foram unânimes em considerar esse ponto como positivo. P1 respondeu: *“Não, não... não é objetivo do nosso Ensino Médio trabalhar com dedução de fórmula,*

de jeito nenhum”. Também destacamos P3, que não trabalha com as deduções em sala de aula, justificando sua opção por um direcionamento de trabalho baseado em desenvolvimento de habilidades e competências.

Ao falar sobre o conceito de entropia, P1 revela:

“Entropia é um negócio complicado, dificilmente você vai encontrar falando alguma coisa de entropia, você vai encontrar mais no livro de física, falando de física... no livro de química do Ensino Médio, geralmente não... Abordo muito pouco, mas falo de entropia mais geral do universo, mas de entropia diretamente não, de jeito nenhum”.

P3, que relaciona mais os conceitos com a física, diz:

“Esses assuntos são mais relacionados com a Termodinâmica, e aí, infelizmente, o ensino é trabalhado em tijolinhos e o aluno acha que o que trabalha em física, fica na física, e o que trabalha em química fica na química... e eu sempre digo que eu não sou professora de química, eu sou professora de ciências, então eu trago todas as ferramentas, de todas as áreas para que ele possa compreender determinado fenômeno, independente se esse fenômeno é físico ou químico. ”

O professor P3 busca uma abordagem mais para a formação do cidadão, pois entende que esses conceitos o ajudarão em compreensões futuras, inclusive em outras áreas do conhecimento além da química. Observamos a emergência de questões relativas ao tempo do professor (CÂMARA DOS SANTOS, 1997), dependendo da relação ao saber do professor, este tende a ampliar ou diminuir o tempo em que determinado conceito está em cena no jogo didático.

Q4. O que você considera mais importante neste conteúdo que é ensinado ao aluno?

Observamos convergência nas respostas dos três professores quanto a importância da discussão da energia envolvida nas reações químicas em sala de aula. No entanto, devido a sua relação ao saber, cada professor apresenta uma percepção diferente na forma de abordagem, como destacamos a seguir.

“Mostrar que eu tenho processos que absorvem energia e processos que liberam energia... eu acho que isso é importante e que isso é feito através de reações

químicas e as reações são essencialmente quebra de antigas ligações, formação de novas ligações... e nesse processo de quebrar ou formar ligações, a maneira eficaz de conservação de energia é o que se busca tanto...”. (P1)

“Entender que toda transformação envolve variação de energia. Todo fenômeno químico, né? Reações químicas envolvem variações de energia, que essa energia, em alguns casos, pode ser aproveitada, reação de combustão, combustíveis, esse tipo de coisa”. (P2)

“Essa questão de transformação de energia, saber que a química... dentro da química é possível obter energia a partir de uma reação química para produzir trabalho, acho que isso é uma coisa muito interessante”. (P3)

Q5. Como você age no sentido de contextualizar e direcionar opiniões na gestão da termoquímica nas suas aulas?

P1 respondeu em âmbito mais amplo, falando sobre a diminuição de carga horária das disciplinas no Ensino Médio e a necessidade de uma educação mais contextualizada. Este discurso vai contra sua argumentação anterior, quando apresenta justificativas baseadas nos processos seletivos para definição dos conteúdos trabalhados. Temos, nessa pesquisa, indícios de possível realização de recontextualização, a partir do trabalho com alimentos que mencionou realizar, mas nos parece um pouco contraditória a sua busca por contextualizar o conhecimento e a dependência que afirmar possuir, na seleção dos conteúdos, dos programas dos vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Para P2, que possui formação em pós-graduação em bioquímica, nível mestrado, é interessante uma abordagem mais voltada para experiências no campo da bioquímica, como o trabalho com alimentos e fisiologia. Para esse professor, é interessante o trabalho com a contextualização, principalmente a partir da sua relação ao saber bioquímica, forte devido aos seus estudos de mestrado. No entanto, percebemos uma visão deveras simplificada do que é contextualizar o ensino:

“Eu acho fácil, eu pego o tema alimentos, e aí com esse tema a gente cria várias vertentes, como é que esse alimento, de onde é que vem essa energia, as ligações

químicas, as transformações dentro do nosso corpo, o aproveitamento dessa energia... acho fácil, termoquímica, acho fácil”.

P3, com mestrado e doutorado em tecnologias energéticas e nucleares, trabalha aspectos relacionados à física, também por ser algo relacionado a sua formação e aparentemente mais fácil de ser abordado em sala de aula, devido à relação ao saber.

“É isso que eu faço! Como... se eu fosse seguir o livro didático, você veja, são doze aulas, né? Mas por quê? Porque eu faço uma abordagem relacionada a física na parte de termoquímica, então, eu trago elementos de outra disciplina para tentar fazer uma aprendizagem mais combinatória, né? Aí eu acho que essa personalidade, que é como eu encaro o conteúdo, faz com que a aula tenha mais significado pra eles, porque ele consegue ver uma aplicação direta, interligada com tudo que ele tá aprendendo... então, ele começa a saber que não são tijolos, é um todo, então a perspectiva que eu tenho de ensino é de um todo, e não de tijolos... Didaticamente a gente separa os conteúdos, a gente separa as disciplinas para que melhor o aluno entenda um determinado fenômeno, mas o professor tem um papel de reorganização disso, tá certo? E aí nessa reorganização a gente consegue observar mais interação, os estudantes participam melhor, parece haver uma aprendizagem mais significativa no processo como esse... eu tenho obtido (...) um sucesso interessante, principalmente quando o professor de física vem me dizer que, quando estava discutindo tal coisa, os meninos trouxeram elementos da química, mas que na realidade é física. Porque eu não ensino química, eu já disse, eu ensino ciências, com enfoque na química”.

Nos dois casos, P2 e P3, a busca de contextos e aspectos de percepções pessoais ficam evidentes nas falas desses professores. Neste sentido, o trabalho destes professores, sobretudo de P3, é coerente com as ideias de Chevallard (1991), que aponta contra movimentos de simplificação dos objetos tirados do contexto, ou seja, o saber deve responder a aspectos epistemológicos diferentes: científico e escolar.

6. ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Entender a forma como os conceitos científicos são produzidos e compartilhados pela comunidade científica, nos institutos de pesquisas e na academia, bem como o processo de modificações ao qual ele é submetido até ser apresentado, com outra intencionalidade, no texto do saber, e a ação do professor, quando leva o saber em cena para a sala de aula, na forma de novo texto do saber, pode possibilitar um trabalho mais significativo na gestão do conhecimento em situações de ensino e de aprendizagem.

O processo de Transposição Didática Externa para o conteúdo de Termoquímica Química apresentou algumas supressões, que julgamos como prejudiciais, caso do tratamento dos conceitos de Energia Interna e Energia Livre de Gibbs, ou positivas, como é o caso da diminuição na exigência matemática para a compreensão dos conceitos fundamentais e estruturantes dessa área. A introdução de situações cotidianas é um importante acréscimo, no sentido de permitir o processo de recontextualização já a partir do texto do saber.

Na análise da entrevista com os professores, embora a gestão do tempo em que o saber Termodinâmica Química fica em cena no jogo didático seja semelhante, as escolhas de cada professor direcionam para uma abordagem mais simples e focada em conteúdo para processos seletivos, professor P1, até uma abordagem baseada na construção de competências e habilidades, desenvolvida por P3.

Evidenciamos as falas de P3, no sentido de recontextualizar e repersonalizar o saber, dentro do contexto local e da forma de pensar do professor, ação fundamental no processo de Transposição Didática Interna. Nessa direção, P2 apresenta concepções sobre contextualização bastante simples, ao considerar que a simples utilização de um tema introdutório, como alimentos, já permite a contextualização. No geral, vemos em P1 e P2 pouco interesse em realizar ou discutir ações para recontextualizar e repersonalizar o saber Termodinâmica Química, sendo o conhecimento científico tratado pelos professores como asséptico, conforme Chassot (1993), ou seja, fora de qualquer contexto e livre da realidade.

Por fim, destacamos a abordagem do efeito Mpemba, pelo professor P3. Trata-se de um efeito termodinâmico específico, raramente trabalhado na formação inicial de professores, e trazido para a sala de aula a partir de um processo que chamamos de acréscimo individual, em que o professor ignora, ou se distancia, propositalmente do

texto do saber e realiza, ele próprio, um movimento de transposição do saber científico em saber escolar. Acreditamos que, se a relação ao saber deste professor não for suficientemente sólida, tal ação pode prejudicar a aprendizagem dos alunos. No entanto, se feito com responsabilidade e atenção, fortalece processos importantes da Transposição Didática, como a recontextualização.

7. REFERÊNCIAS

- ALTET, M. **As Pedagogias da Aprendizagem**. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.
- AMARAL, E. M. R.; MORTIMER, E. F. Uma proposta de perfil conceitual para o conceito de calor. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.1, n.3 p.1-16. 2001.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A Didática das Ciências**. Campinas-SP: Papyrus, 1990.
- BOO, H. K. Students' understandings of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 35, p. 569-581, 1998.
- BRITO MENEZES, A. P. A. **Contrato Didático e Transposição Didática: Inter-relações entre os Fenômenos Didáticos na Iniciação à Álgebra na 6ª série do Ensino Fundamental**. 2006. 411 f. Tese (Doutorado em Educação). Centro de Educação, Universidade Federal de Pernambuco, 2006.
- BROUSSEAU, G. Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques. **Recherche en didactique des mathématiques**, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.
- CÂMARA DOS SANTOS, M. O professor e o tempo. **Tópicos Educacionais**, v. 15, n. 1/2, p. 105-116, 1997.
- CHASSOT, A. I. **Catalisando Transformações na Educação**. Ijuí: Unijuí, 1993.
- CHASSOT, A. I. **Para que(m) é útil o ensino?** Alternativas para um ensino (de química) mais crítico. Canoas: Editora da ULBRA, 1995.
- CHEVALARD, Y. **La Transposición Didáctica**. Buenos Ayres: Aique, 1991.

DUIT, R. Learning the energy concept in school - empirical results from the Philippines and West Germany. **Physics Education**, v. 19, p. 59-66, 1984.

JENG, M. The Mpemba effect: When can hot water freeze faster than cold? **American Journal of Physics**, v. 74, n. 6, 514-522, 2006.

MELZER, E. E. M.; SIMÕES NETO, J. E.; SILVA, F. C. V. Analisando as pesquisas Envolvendo Transposição Didática de Conteúdos Químicos Publicadas no Brasil. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 6, n. 1, p. 100-114, 2016.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**, n.7, p. 30-34, 1998.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

NEVES, K. C. R.; BARROS, R. M. O. Diferentes olhares acerca da transposição didática. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 103-115, 2011.

POZO, J. I.; GOMÉZ CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

SILVA, P. N.; SILVA, F. C. V.; SIMÕES NETO, J. E. A Transposição Didática do Conteúdo de Reações Orgânicas. **Gôndola**, v. 10, n. 2, p. 35-48, 2015.

SIMÕES NETO, J. E. **Uma Proposta para o Perfil Conceitual de Energia em Contextos do Ensino da Física e da Química**. 2016. 252 f. Tese (Doutorado em Ensino das Ciências). Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2016.