



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

MARCELO IGOR DOS SANTOS LIMA

**ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO DE LIGAÇÃO
IÔNICA NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO DO SERTÃO DO PAJEÚ**

SERRA TALHADA-PE

2019

MARCELO IGOR DOS SANTOS LIMA

**ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO DE LIGAÇÃO
IÔNICA NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO DO SERTÃO DO PAJEÚ**

Monografia submetida a coordenação do Curso de Licenciatura Plena em Química como parte do requisito para obtenção do grau de licenciado em química.

Orientadora: Profa. Dra. Flávia Cristiane Vieira da Silva.

SERRA TALHADA-PE

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada - PE, Brasil.

L732a Lima, Marcelo Igor dos Santos
Análise da transposição didática do conteúdo de ligação iônica no contexto do ensino médio do Sertão do Pajeú/ Marcelo Igor dos Santos Lima. – Serra Talhada, 2019.

74 f. : il.

Orientador: Flávia Cristiane Vieira da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Unidade Acadêmica de Serra Talhada, 2019.

Inclui referência e apêndice.

1. Envelhecimento biológico. 2. Química - ensino. 3. Ligações química. I. Silva, Flávia Cristiane Vieira da, orient. II. Título.

CDD 540

MARCELO IGOR DOS SANTOS LIMA

**ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO DE LIGAÇÃO
IÔNICA NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO DO SERTÃO DO PAJEÚ**

Monografia submetida a coordenação do
Curso de Licenciatura Plena em Química,
como parte do requisito para obtenção do
grau de licenciado em química.

Aprovada em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA:

Prof^a. Dra. Flávia Cristiane Vieira da Silva – UAST/UFRPE
(Orientadora)

Prof. Dr. José Euzébio Simões Neto – DQ/UFRPE
(1º Avaliador)

Prof. Me. Ehrick Eduardo Martins Melzer – UFPR/Setor Litoral
(2º Avaliador)

Por mais crítica que seja a situação e as circunstâncias que te encontrares, não te desesperes. Nas ocasiões em que tudo espira temor, nada deveres temer. Quando estiveres cercado de todos os perigos, não deveres temer nenhum. Quando estiveres sem nenhum recurso, debes contar com todos. Quando fores surpreendido, surpreende o inimigo. (Sun Tzu. A Arte da Guerra).

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente ao meu Deus pelo dom da vida e pela força de lutar e não baixar a cabeça diante das dificuldades, por guiar meus passos e me proteger todos os dias em que me desloquei em direção a UAST e as escolas.

A minha mãe Maria do Carmo, agradeço a Deus todos os dias pela sua vida, por me incentivar e mostrar bons caminhos que posso seguir. Por ser minha inspiração em ter decidido seguir à docência. Pelos concelhos que me deste nos momentos em que pensei em desistir para trabalhar e ajudar financeiramente em casa.

A meu Pai Irenaldo, agradeço a Deus todos os dias pela sua vida, por ser um exemplo de Homem, honesto e por rodar as estradas deste País trabalhando para poder ajudar com as despesas da casa. Por sempre dizer: *Marcelo, vá estudar, vai chegar o momento em que você vai começar a trabalhar e poder ajudar em casa, não se preocupe!*

As minhas irmãs Keyla e Bárbara, agradeço a Deus todos os dias pela vida de vocês, por sempre está comigo quando precisei de algo. Por ajudar a manter a casa em ordem e no preparo das refeições.

A minha Vó Severina e meu Avô José, por todo apoio e pelas orações.

A meus colegas de classe que conheci ao longo dessa jornada, que de alguma forma me ajudaram para minha formação.

A professora Lurdilene e Andreia, e os professores Orlando e Ronaldo pelo acompanhamento nos programas PIBID e Residência Pedagógica. Ao professor e Técnico em Química, Danilo, obrigado por toda ajuda.

A Cícero Lopes, por todos os cafés e salas cedidas nas longas manhãs e tardes em que precisei ficar na UAST.

A todos os professores (as) que tive ao longo da graduação, em especial Bruna, Carina, Eduardo, Thiago, e Túlio, por cada um em sua área me apresentar à química de forma apaixonante.

Aos amig@s que fiz na graduação: Aparecido Antônio, Julyene Menezes, Maiara Saviane e Vanessa Ramos. Muito obrigado por tudo. Pelo apoio nos Trabalhos, concelhos, conversas jogadas fora todas nas vezes que tínhamos um horário livre (Rsrs), por sempre gostarem das coisas corretas, por serem

muitas vezes a diversão das minhas noites na UAST, por sempre querer ajudar o próximo sem esperar nada em troca, pelos grupos de estudos que sempre fazíamos quando a semana de provas aproximava-se, pelos dinheiros emprestados quando eu não tinha para lancha no restaurante da UAST haha, e pelas xerox tiradas. Enfim, vocês foram determinantes para eu poder concluir este curso.

Aos professores Ehrick Melzer e José Euzébio pelas contribuições/orientações no trabalho do ENPEC e no Capítulo do Livro.

Aos grupos de Pesquisa no Ensino de Química, HiFEN e GiDEQ.

Aos participantes da Banca de Avaliação, por se disponibilizar em ajudar a melhorar a pesquisa.

E agora (...) Como agradecer a minha orientadora, Flávia Vieira? Difícil encontrar palavras! Mas, Vou tentar.

Tudo começou no dia 24/04/15, primeiro encontro de orientação para o projeto a ser desenvolvido no PIBID, sobre estudo de caso no ensino de química. Desse dia até o momento em que escrevo isto, foram vários trabalhos desenvolvidos e apresentados, na Semana de Química, JEPEX, SID, ENEQ, ENPEC e um capítulo de livro. Muito obrigado por não ter desistido de orientar-me desde aquele primeiro trabalho que travei e não consegui apresentar na semana de química de 2015. Por todo o apoio na viagem a Florianópolis para o ENEQ. Na qual tive a oportunidade de conhecer alguns lugares de Recife e andar a primeira vez de Avião.

Agradeço por todo o apoio que me deu durante todo esse tempo. Ensinando-me a fazer pesquisa, a expressar-me melhor de forma escrita e verbal. Obrigado por ser uma professora dedicada, atenciosa e apaixonada pelo que faz. Por mesmo estando gestante e com Giulia <3 novinha, sempre ter dado atenção a seus orientandos, algo que fez admirar a senhora ainda mais.

Por todas as disciplinas ofertadas, nas quais tive a oportunidade de aprender muito sobre o ensino de química. Por incentivar e dá apoio em fazer um mestrado no ensino de química.

Muito obrigado por me fazer gostar tanto do ensino de química, mesmo tendo entrado na Universidade com o pensamento formado que iria seguir a área da química orgânica. Quando a senhora me apresentou a área de ensino de química, tudo mudou. Enfim, tenho que parar de escrever (hahaha), saiba que

Ihe agradeço por tudo, de coração. Continue sempre sendo essa Professora, Orientadora e Mãe que você é. Muito obrigado 😊.

Cientistas não são dependentes de ideias de um simples homem, mas uma combinação de visões de 1000 homens, pensando sobre o mesmo problema, e cada um fazendo um pequeno pedaço e o adicionando a grande estrutura do conhecimento que gradualmente se ergue (Conn e Turner).

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar a transposição didática externa e interna do conteúdo de ligação iônica no contexto do Ensino Médio no Sertão do Pajeú. A noção de transposição didática, proposta por Yves Chevallard (1991), consiste em um processo em que o saber é submetido a um conjunto de modificações, desde a esfera acadêmica (saber sábio) para o âmbito escolar, em duas etapas: externa (resultando no saber a ser ensinado) e a interna (resultando no saber ensinado). A pesquisa se caracteriza como qualitativa e foi desenvolvida em duas escolas de Ensino Médio na cidade de Serra Talhada-PE. Neste trabalho, analisados inicialmente a fase externa da transposição, observando as modificações as quais o saber é submetido até chegar à sala de aula, para o conteúdo de ligação iônica, investigando os seguintes elementos: dessincretização, repersonalização, recontextualização, programabilidade e publicidade. A técnica usada para levantamento dos dados foi a Análise de Conteúdo de Bardin (2010). Em seguida, buscamos analisar a fase interna da transposição, observando como dois professores transpõe didaticamente o conteúdo nos intramuros da sala de aula, analisando os elementos da transposição didática supracitados. Para a análise dos elementos da transposição, nos baseamos na proposta de Brito Menezes (2006), Neves (2009), Guimarães (2009) e Melzer (2012). A partir da análise da fase externa da transposição, percebemos que a noosfera segue um padrão na apresentação do conteúdo, associando a estabilização da ligação iônica a regra do octeto, que é um conteúdo envelhecido biologicamente (LIMA et al. 2018), podendo desenvolver obstáculos na aprendizagem dos alunos, como afirmam Bodner (1991), Taber (1994) e Toma (1997). Em relação à análise da fase interna da transposição, percebemos que os professores costumam seguir exatamente o que é proposto nos livros didáticos, que por vezes apresentam conceitos distanciados demasiadamente do saber sábio, e acaba transpondo essas informações para os alunos em um processo de ensino e aprendizagem. A partir disso, foi possível identificar todos os elementos na fase externa e interna da transposição, e ressaltamos a importância do professor em manter uma vigilância epistemológica, de modo a diminuir a distância entre as três esferas do saber, transpondo uma informação mais coerente com o que é afirmado cientificamente, para os alunos.

Palavras-chave: Ensino de Química, Envelhecimento Biológico, Vigilância Epistemológica, Livro Didático, Regra do Octeto, Ligações Químicas.

ABSTRACT

The present research had the objective of analyzing the external and internal didactic transposition of the ionic bond content in the context of High School in the Sertão do Pajeú. The notion of didactic transposition, proposed by Yves Chevallard (1991), consists of a process in which knowledge is submitted to a set of modifications, from the academic sphere (knowing wise) to the school environment, in two stages: external (resulting not knowing to be taught) and internal (resulting in the knowledge taught). The research is characterized as qualitative and was developed in two high schools in the city of Serra Talhada-PE. In this work, the external phase of the transposition was initially analyzed, observing the modifications that the knowledge is submitted to the classroom for the ionic content, investigating the following elements: dessincretization, repersonalization, recontextualization, programmability and publicity. The technique used for data collection was the Bardin Content Analysis (2010). Next, we try to analyze the internal phase of the transposition, observing how two teachers didacticamente transposes the content inside the inner walls of the classroom, analyzing the elements of didactic transposition mentioned above. For the analysis of the elements of the transposition, we are based on the proposal of Brito Menezes (2006), Neves (2009), Guimarães (2009) and Melzer (2012). From the analysis of the external phase of the transposition, we notice that the noosphere follows a pattern in the presentation of the content, associating the ionic bond stabilization with the octet rule, which is a biologically aged content (LIMA et al., 2018) in the students' learning, as Bodner (1991), Taber (1994) and Toma (1997) affirm. Regarding the analysis of the internal phase of transposition, we noticed that teachers usually follow exactly what is proposed in textbooks, which sometimes present concepts far too far from wise knowledge, and ends up transposing this information to the students in a teaching process and learning. From this, it was possible to identify all the elements in the external and internal phase of the transposition, and we emphasize the importance of the teacher in maintaining an epistemological vigilance, in order to reduce the distance between the three spheres of knowledge, transposing information more coherent with the which is scientifically stated, for students.

Keywords: Teaching of Chemistry, Biological Aging, Epistemological Surveillance, Didactic Book, Octet Rule, Chemical Bonding.

SUMÁRIO

1 PARA INÍCIO DE CONVERSA.....	13
2 UM ANDAR POR APORTES TEÓRICOS	15
2.1 A NOÇÃO DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE CHEVALLARD	15
2.2 O PROFESSOR, O LIVRO DIDÁTICO E O PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO	21
2.3 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS.....	24
2.4 ALTERNATIVAS À REGRA DO OCTETO NA ABORDAGEM DE LIGAÇÕES IÔNICAS	26
3 CAMINHO METODOLÓGICO	28
3.1 ETAPA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA EXTERNA.....	28
3.2 ETAPA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA INTERNA.....	30
4 ANALISANDO A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO DE LIGAÇÃO IÔNICA	32
4.1 ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA EXTERNA	33
4.2 ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA INTERNA.....	51
5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES.....	65
REFERÊNCIAS.....	69
APÊNDICE I.....	74

1 PARA INÍCIO DE CONVERSA

O Livro Didático (LD) é uma das principais ferramentas utilizadas pelos professores no momento de planejar e conduzir uma aula sobre os conteúdos químicos como, por exemplo, o de Ligação Iônica (LI). No entanto, acreditamos que o docente não deve utilizar apenas o LD como fonte de informações e modelos explicativos sobre um dado conteúdo, pois, durante o processo de Transposição Didática (TD), realizado pela noosfera, as informações presentes no instrumento didático pode se distanciar, em demasia, do saber sábio (científico).

Guimarães (2009), ao realizar um trabalho de vigilância epistemológica sobre o conteúdo de LI, percebeu que os LDs analisados associam à estabilidade da união à “regra do octeto”, deixando de lado o conceito de energia mínima proposto por Pauling (1965), que é essencial para o entendimento de estabilidade da união.

Durante experiência como aluno do Ensino Médio (EM), em 2011, e como bolsista do PIBID, em 2015-2016, pude observar que o conteúdo de LI ainda é apresentado utilizando como modelo explicativo a “regra do octeto” associada ao conteúdo de distribuição eletrônica proposta por Linus Pauling, limitando a discussão na transferência de elétrons para completar o nível de valência. No ensino superior, no curso de licenciatura em Química, durante o estudo do mesmo conteúdo, o(a) professor(a) fez uso do mesmo modelo explicativo vivenciado no EM.

No entanto, isso pode causar obstáculos na aprendizagem dos alunos, que vai dificultar o entendimento de outros conteúdos químicos, já que o ensino de ligações químicas se mostra insuficiente, resultando em alunos que não sabem diferenciar e representar, por meio de estruturas de Lewis, ligações covalentes e iônicas (TOMA, 1997; FERNANDEZ; MARCONDES, 2006).

Grande parte das dificuldades apresentadas pelos estudantes, durante a abordagem das ligações químicas, está no modelo explicativo utilizado pela maioria dos livros e professores, baseado na regra do octeto (MORTIMER; MOL; DUARTE, 1994). Para a comunidade científica, a regra do octeto é um conceito envelhecido biologicamente, ou seja, deveras distanciado da abordagem científica atual e em apenas algumas obras recentes são apresentadas as exceções à regra do octeto, a partir de uma discussão adequada sobre o limite de validade dessa regra (LIMA et al., 2018).

Nesse sentido, Guimarães (2009) afirma que o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) deve exercer uma vigilância epistemológica mais rígida, de modo que não ocorra um distanciamento demasiado entre os saberes. Ainda, é importante que o professor também exerça esta vigilância epistemológica, no momento em que utiliza as fontes de informações para planejar a aula, de modo que os conteúdos transpostos em sala de aula não se distanciem do saber sábio.

O envolvimento com pesquisas na área de TD possibilitou a compreensão da importância de verificar outras abordagens, alternativas a regra do octeto, que se coloquem como propostas que melhor expliquem o conteúdo de ligação iônica. Assim, acreditamos que a transposição do conteúdo deve ser feita sem que as modificações, inerente à estrutura do saber escolar se distancie em demasiado do saber sábio, de modo que o aluno possa ter uma compreensão mais coerente com o que é afirmado cientificamente.

Desta forma, essa pesquisa está associada à ideia de vigilância epistemológica do conteúdo ligação iônica, e busca responder a seguinte questão: como o conteúdo de ligação iônica está sendo abordado no contexto do Ensino Médio do Sertão do Pajeú, mais precisamente na rede estadual na cidade de Serra Talhada-PE? Para isso, traçamos dois objetivos: analisar como o conteúdo de ligação iônica é abordado no livro didático utilizado em duas escolas da cidade e Analisar como os professores abordam o conteúdo de ligação iônica nos intramuros sala de aula.

Para isso, levaremos em consideração essas modificações no conteúdo, para que se estabeleça a construção dos dados a partir da análise realizada através da interação entre saber sábio - noosfera - LD, professor - LD e professor – aluno – saber ensinado, realizando uma vigilância epistemológica exercida em cada uma dessas etapas da TD.

2 UM ANDAR POR APORTES TEÓRICOS

Essa seção discorre sobre a literatura que fundamenta o desenvolvimento desta pesquisa. Trazemos uma breve reflexão sobre a importância em manter uma vigilância epistemológica de um conteúdo científico, a luz da noção da TD proposta por Yves Chevallard (1991). Discorre, também, sobre as dificuldades encontradas pelos alunos para o entendimento de como ocorre uma LI que, por meio dos exemplos e propostas didáticas abordadas nos livros e em aulas, podem se configurar como obstáculos na aprendizagem dos alunos, distanciando o saber a ser ensinado e saber ensinado do saber sábio. Ainda, trazemos reflexões sobre a relação professor, LD e Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), ressaltando a importância da escolha do LD que auxilie o professor e aluno no processo de ensino e aprendizagem.

2.1 A NOÇÃO DE TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE CHEVALLARD

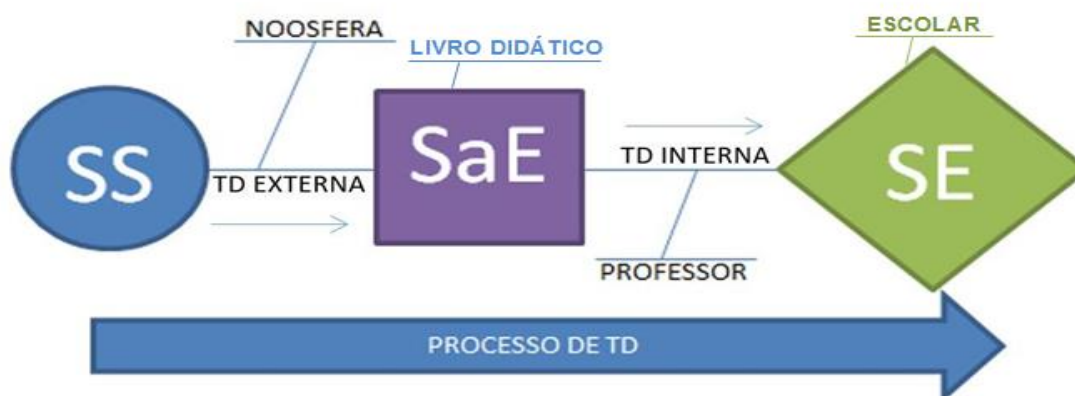
Michel Verret, sociólogo, no ano de 1975, publicou na conclusão de sua tese, intitulada de *le temps de studes* (os tempos de estudos) na Universidade de Paris V na França o termo *Transposição Didática* que, em meados dos anos 80, Yves Chevallard aprofundou na área da Didática das Matemáticas e, posteriormente, por Michel Develay e Astolfi na Didática das Ciências (MELZER, 2012). Os autores defendem que todo conteúdo de ensino é oriundo de um saber anterior, produzido nos centros de pesquisas científicas que tem a finalidade de responder algum problema em determinado contexto histórico, transposto para os livros didáticos e, posteriormente, por meio de estratégias de ensino e aprendizagem diversas, inseridas na sala de aula pelo professor.

O saber a ser ensinado sofre uma série de transformações e adaptações que colocam entre os objetos de ensino com intencionalidade didática. A ferramenta que faz a passagem de um saber sábio a saber a ser ensinado é conhecida como transposição didática (CHEVALLARD, 1991, p. 39).

A aprendizagem formal ocorre tradicionalmente nos intramuros da sala de aula. O LD, para Mortimer (1998), é uma das principais fontes norteadora que o professor do EM utiliza no momento de planejar a aula e de estudo por parte dos alunos. O LD é considerado como texto do saber, produto intermediário da transposição didática que, para Chevallard (1991), compreende a modificação pela qual um saber sábio passa até chegar ao cenário escolar.

Na noção de TD construída por Chevallard (1991), compreende-se que há três categorias de saber majoritárias: O Saber Sábio (SS), Saber a Ser Ensinado (SaE) e o Saber Ensinado (SE). Cada categorização tem peculiaridades e desvelam uma hierarquia. Assim, podemos entender de forma sistematizada o processo de TD do saber, conforme a Figura 1.

Figura 1: Sistematização do processo de transposição didática.



Fonte: LIMA et al., (2018)

A TD ocorre em duas etapas, a primeira fora da escola, a adaptação do saber sábio em saber a ser ensinado, processo chamado de Transposição Didática Externa (TDE), realizado pela noosfera (será explicado mais a frente), e a segunda, Transposição Didática Interna (TDI), que transforma o saber a ser ensinado em saber ensinado, sob responsabilidade do professor, que atua sobre o conteúdo presente nos LD e elabora as aulas, embasado por alguma perspectiva de ensino e aprendizagem (CHEVALLARD, 1991). Esses processos ocorrem de maneiras distintas para os diferentes tipos de saberes.

Iniciando pelo saber sábio, que também pode ser entendido como sinônimo de saber acadêmico, saber científico e saber de referência. Este saber não tem intencionalidade didática, ou seja, não tem objetivo de ensinar didaticamente algo a alguém. Em regra, é produzido em centros de pesquisas científicas que busca responder algum tipo de problema em determinado contexto histórico (CHEVALLARD, 1991). Portanto, este é um saber fechado, restrito a um grupo específico, com alto nível de especialidade e com uma simbologia própria. Desta forma, somente quem é iniciado na área e têm um grau de especialização é capaz de compreender e decodificar o que este saber quer informar. O responsável pelo longo processo de adaptação do saber sábio em saber a ser ensinado, tornando-o

didático, é uma instituição conhecida por noosfera.

Para Chevallard (1991) a noosfera é considerada como coração da transposição didática, tida como a “esfera dos nós” o que deve ser didatizado para ser ensinado nas instituições de ensino, a partir dos anseios sociais/políticos do momento.

A noosfera **é o centro operacional** do processo de transposição didática, que traduzirá nos fatos a resposta do desequilíbrio criado e comprovado, ali se encontra todos aqueles que, para tanto ocupam os pontos principais do funcionamento didático, se enfrentam com os problemas que surgem do encontro com a sociedade e suas experiências, ali se desenvolvem os conflitos, ali se levam a cabo as negociações, ali se amadurecem as soluções (CHEVALLARD, 1991, apud MELZER, 2012, p. 30, grifos do autor).

Ainda de acordo com Chevallard (1991), a noosfera é uma instituição invisível, que envolve a comunidade responsável por estabelecer o que deve ser ensinado nas escolas, tendo como membros os didatas, professores, pedagogos, técnicos do MEC, psicólogos, editores, pais, alunos que, para Brito Menezes (2006), vão elaborar programas, diretrizes curriculares, livros didáticos, considerados como instrumentos didáticos reguladores. Estes têm o objetivo de determinar o que será ensinado na escola, o *saber a ser ensinado*, oriundo do saber sábio, finalizando a primeira etapa da transposição didática, considerada com TDE.

Ainda de acordo com a autora, esse processo de TD, realizado pela noosfera, é uma das principais partes investigadas pelos pesquisadores, pois é a etapa em que o saber sábio sofre mais adaptações didáticas, necessitando de uma vigilância epistemológica plausível, no saber a ser ensinado, necessitando que o professor esteja habilitado para realiza-la.

O saber a ser ensinado é a segunda modalidade do processo de TD compreendida por Chevallard (1991). Oriunda do saber sábio, apresentado de forma organizada, mais simples e com uma linguagem mais acessível para um público mais amplo, o saber a ser ensinado surge com intencionalidade didática e com o objetivo de facilitar para o aluno a compreensão de um saber, organizados em objetos didáticos, como por exemplo, o LD. Os personagens que compõem essa esfera do saber são de grupos diversos, como afirma Pinho-Alves (2000):

Os personagens definidores do saber a ensinar não pertencem a um só grupo, como na esfera do saber sábio. Nesta última, o grupo é constituído de intelectuais e cientistas, sejam jovens ou idosos, com ou sem conflitos teóricos, vinculados a esta ou aquela escola de pensamento, todavia todos

são pertencentes ao mesmo nicho epistemológico em que ocorre a produção do saber (PINHO-ALVES, 2000, p. 225).

Partindo dessa ideia, o processo de TD não desenvolve um novo saber científico, apenas sofre uma adaptação, que de acordo com Chevallard (1991) ocorre à perda do contexto em que lhe foi dada origem a partir de um processo de *despersonalização*. Quer dizer, ocorre a adaptação do saber científico já existente, com o objetivo de ser ensinado a outros grupos de estudantes, constituindo um saber didático, entendido como saber a ser ensinado. Este saber presente nos instrumentos didáticos, como por exemplo, em livros didáticos do Ensino Superior, é simplificado em livros do EM, no qual poderá ser aplicado a outros contextos que condiz com o conteúdo.

O cerne da transposição didática está em se aceitar a premissa que esta esfera *não gera saber científico - mas gera um novo saber!* Sua função é transformar o saber sábio, que se apresenta em forma não adequada ao ensino, em material “ensinável” inserido em um discurso didático com regras próprias. Assim como o saber sábio é submetido a regras e linguagem específicas, o saber a ensinar também tem suas regras próprias, além das práticas sociais de referência que se fazem presentes no processo de transposição (PINHO-ALVES 2000, p. 226, grifo do autor).

O saber a ser ensinado presente nos livros didáticos dá a possibilidade de que professores utilizem como uma das principais fontes de estudo a fim planejar sua aula e mediar o saber nos intramuros da sala de aula, explicando, discutindo e refletindo sobre o conteúdo com seus alunos. Nessa etapa, em que o docente coloca o saber em um processo de reflexão em conjunto com seus alunos, temos a origem do que Chevallard (1991) define como saber ensinado, que é aquele comunicado em sala de aula, dentro do sistema didático, interpretado pelo professor, etapa definida como TDI.

Nessa etapa, existem orientações que levam o professor a repensar a transposição didática do conteúdo, que sugerem o docente contextualizar com a realidade do aluno. Nesse sentido, de acordo com Pinho-Alves (2000) e Melzer (2012), o professor leva em consideração no momento de planejar e transpor o conteúdo, as suas concepções pessoais, os anseios da sociedade, interesses e opiniões da administração escolar e dos alunos.

A fim de orientar o professor com o objetivo de transpor conteúdos em contextos que condiz com a realidade do aluno, é indicado que os docentes sigam algumas orientações, presentes nos seguintes documentos: as Leis de Diretrizes e

Bases (LDB), Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCNs), as Diretrizes Curriculares Nacionais, as Orientações Nacionais Curriculares, entre outros. Na rede pública estadual do EM do estado de Pernambuco, os professores de química são orientados seguirem os Parâmetros para a Educação Básica do Estado, no qual é proposto que realizem um ensino contextualizado. De acordo com o documento (PERNAMBUCO, 2013):

O conhecimento escolar avança para além dos saberes específicos de conteúdo. Surgem propostas de transformações no espaço escolar, como os PCNs, PCN+ e as Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (OCNEM), introduzindo, no ambiente escolar, um novo vocabulário, que inclui, entre outras, as palavras diretrizes, interdisciplinaridade e contextualização, que expressam desafios para o ensino e a aprendizagem das Ciências da Natureza, uma vez que os conhecimentos científicos e tecnológicos são resultado de atividade humana, construídos e desenvolvidos em contextos sociais (PERNAMBUCO, 2013, p. 15).

Essas orientações podem interferir no processo de TD realizada pelo professor, fazendo-o repensar sua prática no momento de planejar a aula, sobre quais estratégias didáticas utilizar para organizar o saber a ser ensinado, e transpor de uma maneira condizente com as orientações propostas nos documentos supracitados.

Após o processo de transposição didática, de acordo com Chevallard (1991) o saber sofre adaptações diversas, como a *repersonalização*, *recontextualização*, *dessincretização*, *publicidade e programabilidade*. Neves (2009) utiliza para analisar o caso das matrizes e Melzer (2012) para realizar uma análise temporal (1931 – 2012) do conceito de modelos atômicos presentes nos livros didáticos de química. Pinho-Alves (2000) utilizou a *repersonalização*, *recontextualização*, *dessincretização* para analisar atividades experimentais no Ensino de Física.

De acordo com Neves (2009) e Melzer (2012), a *dessincretização* é o elemento que reparticiona os saberes em saberes parciais, os quais irão compor um conteúdo de ensino, tornando o entendimento didático e facilitando a compreensão do leitor. Chevallard (1991) afirma que o processo de *dessincretização* é responsável pela *recontextualização* do saber:

O processo de explicitação textual do saber (noções matemáticas) produz correlativamente um efeito que faz-se implícito (noções protomatemáticas) **que se baseiam nos pré-requisitos**, enquanto não são reconhecidos como tais. O efeito de delimitação produz ainda – um fato essencial do ponto de vista da epistemologia – a descontextualização do saber, sua deslocalização da rede de problemáticas e problemas que lhe dão seu “sentido” completo, a ruptura do jogo intersectorial constitutivo do saber em

seu movimento de criação e de realização. (CHEVALLARD, 2005, p.71, apud NEVES 2009, grifo do autor).

A *descontextualização* está relacionada com a perda do contexto que deu origem ao saber sábio, que respondia uma problemática específica e agora pode ser aplicado a problemas diversos, ou seja, seguido de uma recontextualização. Nesse sentido, Chevallard (1991) afirma que o saber é retirado de sua problemática inicial que lhe deu origem, tornando-o algo universal em contextos que condiz com sua aplicação.

O saber também passa por um processo de *despersonalização*, que é quando o sujeito que deu origem a determinado conteúdo, é retirado de cena e o conteúdo deixa de ser restrito e passa a ser universal, distanciando-se do pesquisador/cientista que “produziu” como afirma Chevallard (1991):

A textualização conduz, em segundo lugar, a **dissociação entre o pensamento**, enquanto o expressa com subjetividade, e suas produções discursivas; o sujeito fica afastado de suas produções e o saber está então, submetido a uma transformação no sentido de despersonalização. (CHEVALLARD, 2005, p.71, apud NEVES 2009, grifos do autor).

É importante ressaltar que o processo de *despersonalização* não implica em deletar/anular a história do saber, apenas tornando o estudo do cientista em um contexto mais amplo (NEVES, 2009). Esse saber é sistematizado seguindo uma linha de raciocínio de modo a facilitar o entendimento do leitor, ocorrendo à divulgação do conteúdo adaptado. Nesse sentido, entra em cena os aspectos da *programabilidade do saber e da publicidade*.

A *programabilidade do saber* consiste na apresentação linear, progressiva em livros didáticos, por exemplo, para facilitar o entendimento do leitor, iniciando pelo tópico mais simples do conteúdo até chegar ao mais complexo. Melzer (2012) compreende esse elemento como:

A *programabilidade do saber* pode ser interpretada como a ordem em que os *objetos didáticos* são agrupados, dando a idéia lógica de linearidade e crescente complexidade dos temas abordados. Ela está presente na organização do capítulo de um livro ou sequenciamento de algum conteúdo didático. Assim, *objetos de ensino* que aparentemente não têm relação adquirem tal característica dando uma visão de ensino linear (MELZER, 2012, p. 36, grifos do autor).

Já a *publicidade* de acordo com Chevallard (1991) seria a forma que o LD explica como determinado conteúdo é desenvolvido, e qual é o objetivo possui para o ensino de determinada temática. Neves (2009) entende esse da seguinte forma:

A *publicidade do saber* tem o papel de explicitar por meio de definições as compreensões e extensões do saber, é na realidade a “divulgação” do saber. Com a *publicidade do saber* se conhece quais são as finalidades dos assuntos textualizados, como por exemplo, ao divulgar sua obra em prefácios, os autores descrevem seus objetivos e tudo o mais; os prefácios seriam então as fontes de publicidade (NEVES, 2009, p. 48, grifos do autor).

A partir disso, a publicidade pode ser entendida em como os membros que compõem a noosfera enxergaram como pode ser a abordagem de determinado saber, mostrando pontos relevantes que podem ser aplicados e textualizou nos livros didáticos, mostrando sua importância. Isso pode ser visto também quando um assunto é retomado para iniciar o estudo de um novo conteúdo. Por exemplo, quando professor ao explicar ligação química faz uso do conteúdo de propriedades periódicas, fazendo um “*link*” entre os conteúdos.

2.2 O PROFESSOR, O LIVRO DIDÁTICO E O PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO

No Brasil, a preocupação com os LDs para uso nas instituições de ensino se inicia com a Legislação do Livro Didático, criada em 1938 por um Decreto-Lei 1006, como relata Romanato (2008). Nesta época, o LD era visto como uma ferramenta de educação política e ideológica e, de acordo com Nuñez (2006), os professores faziam a escolha do LD a partir de uma lista pré-determinada embasada neste documento de lei supracitado.

O LD tem grande influência no processo de ensino e aprendizagem, apresentando importante papel no ensino formal, considerado uma das principais ferramentas utilizada por professores de EM no momento de planejar e ministrar aulas (LOPES, 1992). A partir dessa ideia alguns autores (LUCKESI, 1990; SANTOS, 2005; COSTA; LIMA; SANTOS, 2015) afirmam que sua escolha deve ser realizada de forma cautelosa, crítica e condizente com a realidade em que a escola esteja inserida, considerando aspectos relacionados à sua abordagem didática e que melhor se adapte a proposta pedagógica da escola e, ainda, que também atenda a necessidade do professor e do aluno. Luckesi (1990) coloca outros pontos, a saber: adequação da abordagem teórico-metodológica, conjuntos de conhecimentos e habilidades voltadas à compreensão do mundo material nas suas diferentes dimensões.

De acordo com Santos (2006), no contexto do EM, o professor é peça-chave na escolha do LD, considerando que tem a sua disposição uma quantidade

considerável de livros para que possa utilizar com seus alunos. No entanto, quando o docente faz a opção por determinado LD, se depara com um problema: quais critérios devem ser considerados para a escolha de um LD que auxilie o professor na busca de uma aprendizagem significativa¹, nas quais as informações presentes no instrumento didático estejam de acordo com o que o conhecimento científico afirma?

A partir desta consideração, Nuñez et al (2003) coloca que:

Como é preconizado nos principais objetivos do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), se faz necessária a participação ativa e democrática do professor no processo de seleção dos mesmos. Essa situação exige do professor possuir determinados saberes, critérios, competências, etc. para poder realizar em conjunto uma escolha com seus colegas de trabalho. O professor deve desenvolver saberes e ter competências para superar as limitações próprias dos livros, que por seu caráter genérico, por vezes, não podem contextualizar os saberes como não podem ter exercícios específicos para atender às problemáticas locais. É tarefa dos professores complementar, adaptar, dar maior sentido aos bons livros recomendados pelo MEC. (NUÑEZ et al 2003, p. 2, grifos do autor).

Para isso, é necessário que o professor faça a análise do LD seguindo critérios basilares. Especificamente sobre os LDs de Química, Santos e Mol (2005) elencam os seguintes critérios: levar em consideração os aspectos visuais, gráficos e editoriais, a linguagem dos textos, livro do professor, atividades experimentais, aspectos históricos da construção do conhecimento químico, aspectos sociais, contextualização dos conteúdos químicos e a abordagem metodológica do conteúdo químico.

Ainda, a partir de uma análise temporal (2009-2018) dos editais de lançamento do MEC sobre o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), percebemos que contém algumas exigências relevantes para que o LD de ciência/química seja aceito e possa ser distribuído nas escolas do EM, a saber: aspectos sobre as correções conceituais e compreensão, aspectos pedagógicos e metodológicos, aspectos sobre a construção do conhecimento científico, aspectos sobre a construção da cidadania, sobre o livro do professor, aspectos gráficos-editoriais, abordagem contextualizada, uso de analogias coerentes com o saber

¹ Segundo Guimarães (2009) “uma das condições para a aprendizagem significativa é que o material (livro didático) a ser utilizado seja potencialmente significativo. Isso significa que os autores de livro didático precisam conhecer dois contextos diferentes: o da ciência e o da escola. Isso significa que precisa partilhar dos significados aceitos pela comunidade de referência e ter indícios dos conhecimentos prévios dos estudantes. Só assim poderá construir um material que incite o estudante a associar aquilo que ele sabe ao que está aprendendo”.

científico, valorização do conhecimento químico construído historicamente, uso de experimentos adequado ao contexto escolar, utilização de atividades problemáticas e investigativas (BRASIL 1994; BRASIL 2009; BRASIL 2010; BRASIL 2011; BRASIL 2012; BRASIL 2013; BRASIL 2014; BRASIL 2015; BRASIL 2016; BRASIL 2017; BRASIL 2018).

Porém, Silva (2006) acredita que os LDs ainda não possuem um padrão de excelência e adequabilidade dos materiais para um público específico, como, por exemplo, alunos e professores. O autor afirma que existe uma produção de cunho regionalizado baseado naquilo que os produtores de LDs acreditam ser bom para as comunidades nas quais serão utilizados, sem ter o cuidado necessário para saber se é aquilo que realmente determinada comunidade escolar necessita.

A partir disso, o ensino pode se tornar sem significação para o aluno, já que o LD por vezes apresentam em uma quantidade considerável, contextos distantes da realidade na qual a escola está inserida. De acordo com Montenegro (2008), temos então que,

Na escola brasileira, o ensino de Ciências tem sido tradicionalmente livresco e descontextualizado, levando o aluno a decorar, sem compreender os conceitos e a aplicabilidade do que é estudado. Assim, as Ciências experimentais são desenvolvidas sem relação com as experiências e, como resultado, poucos alunos se sentem atraídos por elas. A maioria se aborrece, acha o ensino difícil e perde o entusiasmo (MONTENEGRO, 2008, p.27).

Para mudar esse cenário de ensino, cabe ao professor utilizar as informações conceituais presentes nos LDs e contextualizar a realidade dos alunos. Contudo, Lopes (1992) aponta que o professor costuma se apoiar no livro, tornando-o modelo de aula, utilizando tudo que está ali pronto e reproduzindo para os alunos os conteúdos, exercícios e atividades na mesma sequência presente no LD.

No entanto, de acordo com Soares (2002), Schnetzler (2004) e Carvalho (2009), seria ideal que o LD fosse apenas uma fonte de apoio a mais das quais o professor e o aluno têm disponível, mas não a sua diretriz básica e quase única de ensino. No próximo tópico apresentamos as principais dificuldades que os alunos apresentam em relação ao conteúdo de ligação iônica. Na literatura, essas dificuldades estão atreladas ao modelo explicativo utilizado pelos LDs e professores durante a transposição do conteúdo.

2.3 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM DO CONTEÚDO DE LIGAÇÕES QUÍMICAS

No que tange ao ensino de LI no EM, Fernandez e Marcondes (2006), afirmam que os alunos apresentam inúmeras dificuldades em entender o tema, devido ao modelo explicativo utilizados nos LDs e pelos professores na abordagem do conteúdo. De acordo com os autores, as dificuldades conceituais que os estudantes apresentam estão associadas a problemas mais básicos, como a compreensão da natureza de átomos e moléculas.

Segundo Silveira, Lima e Machado (2011), a regra do octeto tem sido o modelo explicativo mais utilizado nos LDs voltados ao público do EM e, conseqüentemente, o professor ao planejar sua aula, pode acabar reproduzindo e transpondo para os alunos a noção desta regra. É o que também destaca Santos et al(2017), quando afirma que:

Geralmente, professores e livros didáticos associam a ligação iônica à regra do octeto, que estabelece que átomos em geral se estabilizam com 8 elétrons em sua última camada. Nessa visão, a configuração eletrônica dos átomos e os oito elétrons no último nível são fatores determinantes na formação da ligação iônica. Tal concepção favorece a formação de dogmas que dificultam a compreensão da formação dos compostos iônicos, uma vez que substitui, por exemplo, princípios mais gerais como as variações de energia envolvida na formação das ligações entre os átomos (SANTOS et al, 2017, p. 4).

A partir das considerações supracitadas, acreditamos que o aluno fica com uma visão limitada do conhecimento científico, em como de fato ocorre uma ligação iônica, devido à supressão de princípios que poderiam facilitar a compreensão do tema ser deixado de lado, como, por exemplo, o conteúdo de energia e entropia.

Durante o processo de ensino e aprendizagem, a regra do octeto tem sido considerada o eixo norteador para saber a quantidade de elétrons a serem transferidos em uma ligação iônica. No entanto, o uso desta regra é considerado um dogma para a comunidade científica, além de ser um conceito envelhecido biologicamente (MORTIMER; MOL; DUARTE, 1994; MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; LIMA, et al 2018).

O estudo deste conteúdo, a partir da regra do octeto, causam obstáculos na aprendizagem dos alunos (FERNANDEZ; MARCONDES, 2006; PEREIRA JÚNIOR; AZEVEDO; SOARES, 2010), pois acaba dificultando a aprendizagem, além de ser limitado a diversos contextos e não conseguir explicar uma quantidade considerável

de compostos, ao que foi observado experimental e teoricamente por Linus Pauling (1965). Ainda, Fernandez e Marcondes (2006) apontam outras dificuldades conceituais sobre ligações químicas, a saber: antropomorfismo, geometria das moléculas e polaridade, energia das ligações químicas e representações das ligações.

Bodner (1991) relata outro exemplo de dificuldade que os alunos apresentam no estudo do conteúdo de ligação iônica. Muitos deles acreditam que o sódio reage com o cloreto, por que a regra do octeto faz com que essa reação química ocorra, ou seja, os estudantes atribuem que a reação ocorre devido à necessidade de completar o octeto eletrônico. Outras dificuldades foram retratadas no estudo realizado por Fernandes e Campos (2012), nas quais perceberam os alunos não conseguem diferenciar satisfatoriamente uma ligação iônica, covalente e metálica.

Em Taber (1994), encontramos que os alunos apresentam no estudo do conteúdo, a saber: que a configuração eletrônica determina o número de ligações iônicas formadas. Como por exemplo, no composto iônico cloreto de potássio, um átomo de potássio tem um elétron pra doar e o cloro necessita de um pra completar o octeto eletrônico, por isso reagem e formam uma ligação iônica. Outra, é a utilização indiscriminada de termos antropomórficos e aplicações animistas da regra do octeto, como por exemplo, quando afirmam que o átomo tem tendência de ganhar e perder elétrons para completar o octeto e pares de íons serem considerados como moléculas de uma substância iônica.

As pesquisas que buscam responder as limitações da aplicação da “regra do octeto” não são recentes, Ferreira (1962) relatou que:

O conceito de octeto tem realmente muita importância histórica [...] mas já é tempo de destroná-lo de sua infalibilidade papal. A energia eletrostática entre o cátion Na^+ e o ânion Cl^- é que dá a estabilidade ao cloreto de sódio. Neste caso, como em outros, não é a tendência de adquirir um octeto de elétrons a causa do fenômeno de transferência eletrônica (FERREIRA, 1962 *apud* MORTIMER; MOL; DUARTE, 1994, p. 243).

Conforme apontando anteriormente, mesmo com o passar do tempo, a regra do octeto ainda é um dos principais modelos explicativos utilizado nos livros didáticos e pelos professores em sala de aula para a compreensão do conteúdo de ligação química/iônica (BODNER, 1991; MORTIMER; MOL; DUARTE; TABER, 1994; MORTIMER; MACHADO; ROMANELLI, 2000; FERNANDEZ; MARCONDES, 2006; PEREIRA JÚNIOR; AZEVEDO; SOARES, 2010; LIMA, et al 2018). Por isso,

acreditamos ser necessário buscar outros modelos explicativos, que aproximem mais o conteúdo transposto durante o processo de ensino e aprendizagem com o conhecimento científico.

2.4 ALTERNATIVAS À REGRA DO OCTETO NA ABORDAGEM DE LIGAÇÕES IÔNICAS

De acordo com Chassot (1996), a escolha de um modelo para o ensino de ligações químicas deve ser compatível com o modelo atômico adotado, ainda, que se adeque aos objetivos de ensino e aprendizagem, fornecendo informações necessárias para o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Segundo Toma (1997), a transposição do conteúdo de ligações químicas no contexto do EM deve ser cautelosa, visto que os alunos passarão a ter necessidade do entendimento modelos quânticos, quando a descrição se basear na distribuição espacial dos átomos e elétrons e na dinâmica das transformações.

Duarte (2001) propõe o ensino do conteúdo de ligações químicas partindo do entendimento do potencial de ionização e afinidade eletrostática, de modo a auxiliar na compreensão da natureza da ligação química. De acordo com o autor, o potencial de ionização é a energia requerida para retirar um elétron do átomo, e a afinidade eletrônica é a energia liberada quando um átomo recebe um elétron. Ainda segundo o autor, o processo de receber e doar elétrons leva a formação de ânions ou cátions, respectivamente, interagindo devido às forças de atração de cargas formando uma ligação química.

Em relação à ligação iônica, Duarte (2001) propõe o ensino por meio das interações eletrostáticas e energia de rede, que é a energia liberada quando os íons estão na fase gasosa, ou seja, estão muito distantes um do outro que não há interação entre eles, para se aproximar e formar um sólido iônico. De acordo com o autor, é necessário imaginar que em um sólido, temos uma carga positiva rodeada por cargas negativas, que por sua vez estão rodeadas de cargas positivas, e assim por diante. Portanto, a energia de rede é a soma da interação de um íon com todos os outros, seja a interação atrativa ou repulsiva.

Em um LD utilizado no contexto do Ensino Superior (BROWN; LEMAY; BURSTEN, 2002), a LI refere-se às forças eletrostáticas que existem entre íons de cargas de sinais contrários. Segundo os autores, os íons devem ser formados a partir de átomos pela transferência de um ou mais elétrons de um átomo para outro.

As substâncias iônicas geralmente são resultantes de interação de metais do lado esquerdo da tabela periódica e com não metais do lado direito, com exceção dos gases nobres.

Ainda, os autores propõe o ensino do conteúdo de LI fazendo uso de outros conteúdos, a saber: reação endotérmica e exotérmica, variação de entalpia da reação, energia de ionização, cargas de Coulomb, energia de rede e regras de configuração eletrônica de íons dos elementos representativos.

O que percebemos é que, por vezes, os LDs no EM costumam apresentar a transposição do conteúdo de forma distanciada, descaracterizando o saber científico. Sobre as Ligações Iônicas no EM, apresentaremos no tópico a seguir, o percurso metodológico utilizado para realizar a vigilância epistemológica deste conteúdo transposto no contexto do EM.

3 CAMINHO METODOLÓGICO

A presente pesquisa se caracteriza como uma abordagem qualitativa. Sobre o aspecto qualitativo de uma pesquisa, Diehl e Tatim (2004) descrevem que esta resulta do relato de um determinado objetivo, observação de características e percepção dos diversos comportamentos do sujeito. O caminho metodológico para a construção dos dados foi desenhado em duas etapas, a saber: análise do processo de transposição didática externa e análise do processo de transposição didática interna.

Os dados desta pesquisa foram obtidos a partir de um estudo *in loco* em duas escolas do EM da rede estadual de Pernambuco, na cidade de Serra Talhada, Sertão do Pajeú. Nas duas etapas do estudo, que serão apresentadas a seguir, o objetivo foi de analisar a TDE e TDI do conteúdo de ligação iônica, utilizando como saber sábio o conteúdo de ligação iônica proposto por Pauling (1965), devido a grande aceitabilidade que ele tem no âmbito científico. Também, buscamos discutir a utilização de modelos explicativos que são considerados envelhecidos e ainda são utilizados para a explicação do conteúdo de ligação iônica.

Para manter a confidencialidade dos dados pesquisa, as instituições de ensino onde os dados da pesquisa foram construídos, receberão os seguintes nomes fictícios, a saber: Escola de Serra Talhada e Escola Pernambucana. Da mesma forma, os sujeitos presentes no momento em que a aula foi gravada serão nomeados como Professor (P_1) e Professor (P_2) e os Alunos 1 (A_1), Aluno 2 (A_2), etc. De modo a garantir o sigilo dos sujeitos, receberam e assinaram um termo de consentimento de participação da pesquisa, presente no Apêndice I.

3.1 ETAPA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA EXTERNA

A primeira etapa do estudo, TDE, consistiu na análise do *saber a ensinar*. Para isso, foi realizado um levantamento dos livros didáticos de química, aderidos pelos professores nas escolas supracitadas, entre os anos de 2009-2018, que foram aceitos pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Referência dos livros didáticos analisados.

Livro	Referência do LD	Vigência do PNLD
LD1	Feltre (2004). Química Geral, Editora Moderna, 6.ed. São Paulo, vol. 1.	2009-2011

LD2	Peruzzo e Canto (2006). Química na Abordagem do Cotidiano, Editora Moderna, 4.ed. São Paulo, vol. 1.	2012-2014
LD3	Reis (2013). Química, Editora Ática, 1.ed. São Paulo, vol. 1.	2015-2017
LD4	Lisboa (2016). Ser Protagonista, Editora SM, 3.ed. São Paulo, vol. 1.	2018-2020

Fonte: própria.

Os livros didáticos foram analisados de acordo com elementos da técnica de análise de conteúdo, proposta por Bardin (2010), que consiste em três momentos de leitura. O primeiro consiste em uma leitura flutuante com a análise de todo o material disponível, selecionando os pontos para compor o banco de dados. O segundo momento é a arguição de dados, dando início à interpretação de alguns dados a partir do referencial teórico. O terceiro momento consiste na interpretação dos dados obtidos nas etapas anteriores, usando todo o referencial teórico selecionado, apresentando os resultados e chegando a uma conclusão.

Para a análise, nos baseamos nos elementos da TDE, de acordo com a noção de Chevallard (1991), seguindo a proposta Brito Menezes (2006) que realizou análise entre os fenômenos didáticos – contrato didático e transposição didática – no ensino de álgebra elementar na 6ª série do Ensino Fundamental, de Neves (2009) no estudo da análise do saber a ser ensinado do conteúdo de matrizes no ensino da matemática, de Guimarães (2009) no estudo realizado sobre a transposição didática externa do conteúdo de ligação química, em Melzer (2012) na análise temporal dos modelos atômicos nos livros didáticos de química, em Silva et al (2016) sobre o estudo da transposição didática do conteúdo de propriedades periódicas dos elementos químicos e em Silva et al (2017) no estudo da transposição didática e a abordagem do conteúdo equilíbrio químico molecular na sala de aula, com algumas adaptações. Assim, traçamos os elementos e questões que conduziram a análise, conforme descritos no Quadro 2.

Quadro 2. Elementos e questões que conduziram a análise da TDE.

Elementos da TD	Questões que conduziram a análise da TDE
Dessincronização	I. O LD possui algum capítulo específico sobre LI no LD? Como é iniciada e organizada os tópicos na apresentação do conteúdo?
Recontextualização	I. O LD apresenta abordagem histórica do contexto em que o saber foi desenvolvido? II. O LD traz algum contexto em que o conteúdo é aplicado, recontextualizando-o?
Repersonalização	I. É apresentada a figura de Linus Pauling ou outro cientista durante o estudo do conteúdo de ligação iônica?
Programabilidade	I. Quais conteúdos são abordados antes do conteúdo de ligação iônica? II. Como são introduzidos as atividades e exercícios?
Publicidade	I. O LD faz alguma introdução sobre o conteúdo? II. O LD apresenta a importância e a razão sobre o estudo do conteúdo? III. Em que medida as definições de LI nos LDs se aproximam daquelas

	presentes em Pauling (1965)? IV. O conteúdo de cargas de Coulomb é apresentado no estudo de ligação iônica?
--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fonte: própria, baseado em Brito Menezes (2006), Neves (2009) Guimarães (2009) e Melzer (2012).

Os dados analisados foram organizados seguindo a mesma sequência demonstrada na tabela anterior, de modo a facilitar o entendimento do leitor. No tópico a seguir, será explicado o percurso metodológico utilizado na construção dos dados da manifestação da transposição didática interna.

3.2 ETAPA DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA INTERNA

Nesta etapa, é importante ressaltar que foi acompanhada toda a transposição realizada pelo professor sobre o conteúdo de ligações químicas, desde a introdução do conteúdo, aos tipos de ligações químicas, a saber: covalente, iônica e metálica. No entanto, para esta pesquisa, será transcrito e analisado recortes da aula apenas dos momentos em que o saber ligação iônica esteve em discussão no cenário didático, nos intramuros da sala de aula.

A segunda etapa do estudo teve por objetivo a análise do *saber ensinado*. Para isso, foi necessária a realização da gravação do áudio das falas do professor e alunos durante a transposição do conteúdo de ligação iônica. A seguir, no Quadro 3, é apresentado o percurso metodológico utilizado de forma sistematizada.

Quadro 3. Metodologia para coleta e análise dos dados.

Etapa	Objetivo
Gravação do áudio	Registrar as falas do professor e dos estudantes durante a transposição do saber ligação iônica em sala de aula.
Seleção de recortes da aula e transcrição dos dados	Apontar partes da gravação em que podem ser identificados elementos da TDI e transcrever os trechos selecionados.
Análise dos dados	Analisar os recortes da aula que tenham relação com os processos de dessincretização, recontextualização, repersonalização, programabilidade e publicidade.

Fonte: Silva, Silva e Simões Neto (2017). Adaptado.

O registro em áudio e as anotações possibilitam a preservação da situação original, aumentando a acurácia dos dados coletados, pois permite registro de palavras, do silêncio, oscilações nas vozes, sendo um instrumento confiável e suficiente para o registro dos dados proposto nesta investigação (BELEI et al., 2008). Entendemos que a presença de equipamentos de gravação pode distorcer o comportamento dos estudantes e do professor, no entanto, acreditamos no caráter efêmero dessa mudança e que durante certo tempo a situação seja novamente a convencional.

Após a gravação das aulas, que ocorreram no turno da manhã, tempo em que o saber LI esteve em cena no jogo didático, foram ouvidas a quantidade de vezes necessária com o objetivo de preservar as falas da situação real. Nos trechos em que percebemos elementos da TDI foram selecionados e transcritos de acordo com a proposta de Marcuschi (1986), levando em consideração os turnos da fala, entonação e pausas, sinais e, por fim, foram analisados com base da noção de TD proposta por Chevallard (1991) de acordo com os critérios elencados por Brito Menezes (2006), Neves (2009) e Melzer (2012), embasado na seguinte proposta de análise, descrita no Quadro 4.

Quadro 4. Elementos e questões que orientam a análise da TDI.

Elementos da TD	Questões que orientam a análise da TDI
Dessincronização	I. Quais relações conceituais o professor realiza na transposição do conteúdo de ligação iônica?
Recontextualização	I. O professor apresenta alguma aplicação do conteúdo de forma a recontextualizar? II. O professor aproxima o conteúdo estudado com o cotidiano do aluno?
Repersonalização	I. Que cientista o professor mencionou durante a transposição do conteúdo?
Programabilidade	I. Como o professor programou a transposição do conteúdo de ligação iônica? II. Quais conteúdos o professor utiliza para transpor o conteúdo relacionado a ligação iônica?
Publicidade	I. Que parte do conteúdo é dada maior importância pelo professor? II. Qual a importância da aprendizagem dos conteúdos explicitada pelo professor?

Fonte: Brito Menezes (2006), Neves (2009) e Melzer (2012). Adaptado.

Na transcrição, quando alguma parte foi suprimida por não estar relacionada diretamente ao contexto de análise, utilizamos a notação (...), com o objetivo de transcrever apenas o recorte necessário para análise da pesquisa. Quando ocorreu uma pausa considerável, utilizamos (+). Quando ocorrer um corte brusco na voz, utilizamos /. Nos trechos em que o professor dá ênfase ao assunto, utilizamos a letra em caixa alta.

No próximo tópico, está descrito os recortes em que percebemos indícios dos elementos da transposição didática externa e interna, analisados de acordo com os aportes teóricos utilizados para esta pesquisa.

4 ANALISANDO A TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO DE LIGAÇÃO IÔNICA

Nesta seção será apresentada a análise dos dados, a partir do referencial teórico adotado, referente à Transposição Didática para o conteúdo de Ligação Iônica. O foco é realizar uma discussão sobre a transposição realizada pela noosfera em livros didáticos direcionados para o público do EM e sobre a transposição realizada por dois professores nas turmas investigadas.

Os dados construídos ao longo da pesquisa serão organizados em duas etapas, a saber: a primeira é a análise da transposição didática externa, que teve como objetivo analisar o conteúdo de ligação iônica nos livros didáticos aceitos no PNLD, para os anos de 2009-2020, utilizados em duas escolas públicas da rede estadual de ensino na cidade de Serra Talhada-PE e comparar com o saber sábio de ligação iônica, Linus Pauling (1965). A segunda etapa consistiu na análise da transposição didática interna, com o objetivo de analisar o conteúdo de ligação iônica transpostos por dois professores nas duas escolas em que os livros são utilizados.

A análise foi organizada na seguinte ordem: dessincretização, recontextualização, repersonalização, programabilidade e publicidade (CHEVALLARD, 1991; BRITO MENEZES, 2006; NEVES, 2009; MELZER, 2012).

Em relação à Transposição didática interna, para chegar ao estudo do conteúdo de ligação iônica, ambos os professores ensinaram outros conteúdos que serviriam de base para o entendimento de ligações químicas, a saber: introdução ao estudo de química, substâncias químicas, introdução ao conteúdo de reações químicas, do macroscópico ao microscópico: átomos e elementos químicos, introdução à estrutura atômica, modelos atômicos (filosófico, Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr), propriedades periódicas e distribuição eletrônica.

É importante ressaltar que, nas aulas que antecederam a gravação da sequência de aulas, os professores realizaram uma revisão sobre distribuição eletrônica proposta por Linus Pauling, detalhando como localizar em que período e grupo um elemento está na tabela periódica a partir desta distribuição, com o objetivo de saber quantos elétrons possuem na camada de valência. Outro ponto revisado foi a “regra do octeto”. Ainda neste dia, os professores iniciaram a explicação sobre o que é ligação química de forma mais abrangente. No dia da aula,

os professores começaram explicando o conteúdo de ligação iônica, depois covalente e finalizaram com a metálica.

4.1 ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA EXTERNA

Neste tópico será apresentada a análise dos livros didáticos aceitos no Programa Nacional do Livro Didático entre os anos de 2009 e 2020 sobre o conteúdo de ligação iônica. Buscamos responder ao seguinte objetivo: analisar, através da noção da transposição didática de Chevallard (1991), como o conteúdo de ligação iônica é apresentado nos livros didáticos utilizados em duas escolas da cidade de Serra Talhada.


Dessincretização


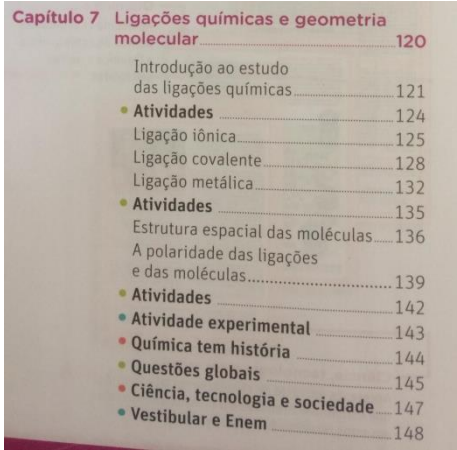
A dessincretização, de acordo com Neves (2009) e Melzer (2012), é um elemento da TD responsável pela repartição do saber em saberes parciais, tornando-o didático e facilitando a compreensão do leitor sobre determinado conteúdo. Dessa forma, buscamos analisar como o saber a ser ensinado do conteúdo de ligação iônica está sendo organizado em livros didáticos aceito no PNLD.

O LD possui algum capítulo específico sobre o conteúdo de ligação iônica?

No Quadro 5, a seguir, está ilustrada a forma como o conteúdo de ligação iônica é estruturado nas obras em análise.

Quadro 5 – recorte do sumário das obras em análise.

LD1	LD2
 <p>Capítulo 6 AS LIGAÇÕES QUÍMICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introdução, 136 2. Ligação iônica, eletrovalente ou heteropolar, 137 <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Conceitos gerais, 137 2.2. A ligação iônica e a Tabela Periódica, 139 2.3. O tamanho do íon, 140 <ul style="list-style-type: none"> Revisão, 141 Exercícios, 141 Exercícios complementares, 142 3. Ligação covalente, molecular ou homopolar, 143 <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Ligação covalente, 143 3.2. Caso particular da ligação covalente, 145 3.3. Fórmulas de compostos covalentes, 146 3.4. Compostos moleculares e compostos iônicos, 147 3.5. Exceções à regra do octeto, 148 <ul style="list-style-type: none"> Revisão, 149 Exercícios, 149 Exercícios complementares, 150 4. Ligação metálica, 151 <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Estrutura dos metais, 151 4.2. A ligação metálica, 152 4.3. Propriedades dos metais, 152 <ul style="list-style-type: none"> Revisão, 153 Exercícios, 153 Leitura, 154 Questões sobre a leitura, 154 Desafio, 155 	<p>Capítulo 8 – Ligações químicas interatômicas 140</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Os três tipos de ligação química interatômica 142 2. Os gases nobres e a regra do octeto 143 3. Ligação iônica 144 4. Ligação covalente 150 5. Ligação metálica 156 6. Comparando as substâncias iônicas, moleculares e metálicas 158 <p>Informe-se sobre a Química – Por que algumas substâncias conduzem corrente elétrica e outras não? 161</p> <p>Estabeleça conexões 163</p> <p>Exercícios essenciais: 148, 154, 158</p> <p>Exercícios adicionais: 149, 156, 159</p>

LD3	LD4
 <p>CAPÍTULO 17 Ligação iônica</p> <ul style="list-style-type: none"> 1 Formação da ligação iônica 273 2 Fórmula unitária 277 3 Propriedades dos compostos iônicos 278 <ul style="list-style-type: none"> • Exercícios de revisão 279 	 <p>Capítulo 7 Ligações químicas e geometria molecular 120</p> <ul style="list-style-type: none"> Introdução ao estudo das ligações químicas 121 • Atividades 124 Ligação iônica 125 Ligação covalente 128 Ligação metálica 132 • Atividades 135 Estrutura espacial das moléculas 136 A polaridade das ligações e das moléculas 139 • Atividades 142 • Atividade experimental 143 • Química tem história 144 • Questões globais 145 • Ciência, tecnologia e sociedade 147 • Vestibular e Enem 148

Fonte: Livros analisados.

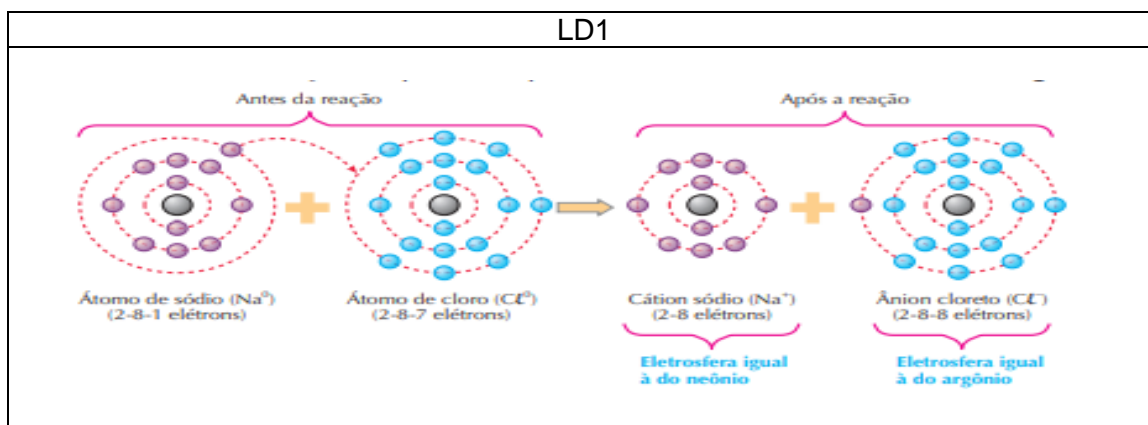
Nos LD1, LD2 e LD4 todo o conteúdo de ligações químicas é organizado em um só capítulo. Nos três livros, cada tipo de ligação é organizado em um tópico separado, a fim de facilitar o entendimento do leitor, e a sequência de apresentação do conteúdo de ligação iônica é a primeira dentro do capítulo nos materiais didáticos supracitado. Diferente das outras obras, o LD3 tem um capítulo único para o estudo de ligação iônica. No LD3, o conteúdo é abordado na unidade cinco dentro do eixo temático chuva ácida.

O LD3 mostra uma maior fragmentação do saber, já que tem a proposta de abordar em cada capítulo conteúdos específicos, como por exemplo, o de ligação iônica.

De acordo com Lima et al (2018) as dificuldades em aprender o conteúdo de ligações químicas está associada à sequência como as teorias são apresentadas, normalmente na ordem: ligação iônica, covalente, polaridade e geometria. Isso foi visto em todas as obras analisada nesta pesquisa.

Como é iniciado e organizado os tópicos na apresentação do conteúdo?

Em relação à apresentação do conteúdo, nos LD1 e LD4 a discussão do conteúdo inicia-se com o exemplo da formação do cloreto de sódio (NaCl), como representado no Quadro 6 a seguir.

Quadro 6. Início da discussão do conteúdo de ligação iônica nas obras.

Para a explicação da ocorrência desse fenômeno científico, no LD1 o autor utiliza como modelo explicativo a regra do octeto associada à formação dos íons cátions (Na^+) e ânions (Cl^-), devido à necessidade do elétron ser transferido de um átomo para outro, a fim de alcançar a configuração eletrônica dos gases nobres.

No LD2, a apresentação do conteúdo inicia-se com a discussão sobre a tendência dos elementos químicos a perder ou a receber elétrons. Nessa discussão, o autor utilizou a tabela periódica como exemplo para saber quantos elétrons determinado átomo tinha a tendência de perder ou ganhar, como representado no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7. Início da discussão do conteúdo de ligação iônica nas obras.

LD2

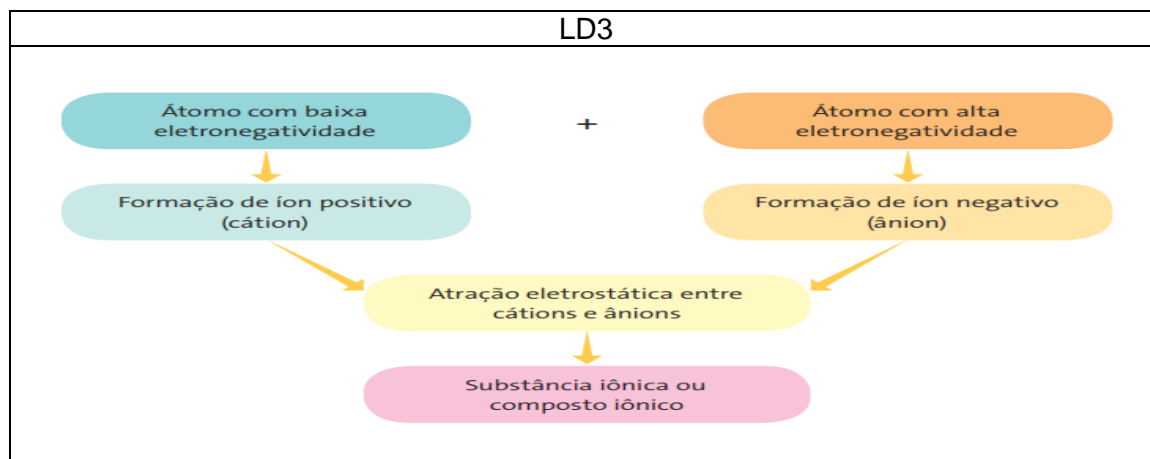
À medida que percorremos um período da tabela periódica, da esquerda para a direita, aumenta a atração exercida pelo núcleo sobre os elétrons da camada de valência.

Fonte: LD2 em análise.

No recorte do LD2, é feita a associação com a propriedade periódica eletronegatividade, na qual é afirmado que os metais têm tendência a formar cátions e os não metais a formar ânions. Além disso, o autor associa a essa discussão também a regra do octeto, em que os elementos dos grupos 1, 2 e 13 apresentam uma tendência acentuada a perder elétrons da camada de valência e ficar com o octeto eletrônico completo na penúltima camada. E os elementos dos grupos 15, 16 e 17, em geral, apresentam tendência em ganhar elétrons e completar o octeto. No

Quadro 8 a seguir, é apresentado o recorte do LD3 que inicia a discussão do conteúdo de ligação iônica.

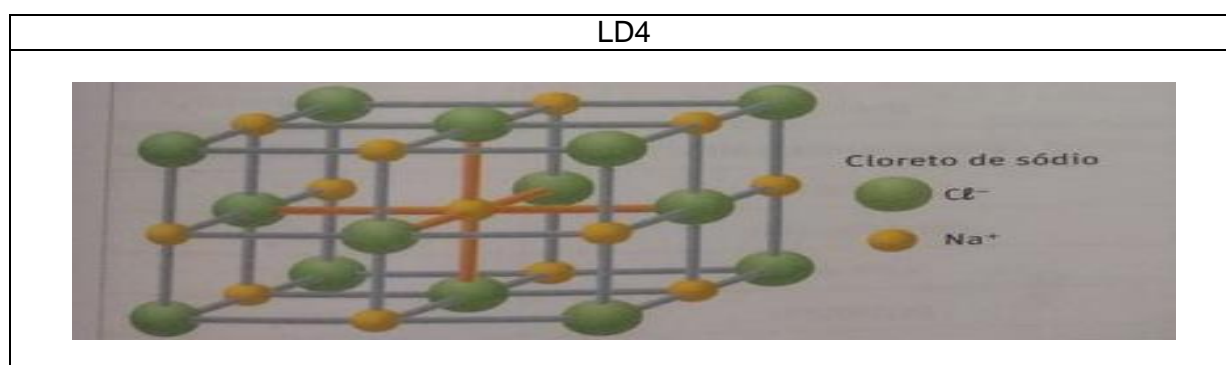
Quadro 8. Início da discussão do conteúdo de ligação iônica nas obras.



Fonte: LD3 em análise.

O LD3 inicia a discussão do conteúdo de ligação iônica associando a eletronegatividade e a atração eletrostática. O autor discorre na apresentação do conteúdo pautando sobre a questão de energia e percentagem de caráter iônico para justificar a formação de substância iônica. No Quadro 9 a seguir, é apresentado o recorte do LD4 que inicia a discussão do conteúdo de ligação iônica.

Quadro 9. Início da discussão do conteúdo de ligação iônica nas obras.



Fonte: LD4 em análise.

O LD4 faz uma abordagem baseado no modelo retículo cristalino do NaCl, sem fazer uso da regra do octeto. Esse modelo também é citado na obra de Pauling (1965).

Em relação aos outros tópicos que são abordados no estudo do conteúdo de ligação iônica os LD1, LD2 e LD4 iniciam com uma discussão geral sobre o que é ligação química. Ainda, nessas três obras, após a introdução, é apresentado um

subtópico que utiliza a regra do octeto como um modelo explicativo para justificar a formação de ligação iônica.

Além disso, o LD1 apresenta outros tópicos associados à discussão do conteúdo de ligação iônica, a saber: tabela periódica e tamanho do átomo. O LD2 aborda o estudo sobre formação de íons e ligação iônica e como escrever a fórmula de um composto iônico. Já o LD4 apresenta os seguintes tópicos: fórmula e nomenclatura de substâncias iônicas e dissolução de substâncias iônicas em água.

Por fim, o LD3 apresenta uma introdução relacionando ligação iônica à temática sobre chuva ácida, formação de ligação iônica, fórmula unitária e finaliza a discussão abordando sobre as propriedades químicas dos compostos iônicos. A partir da nossa análise, percebemos que a noosfera demonstrou um padrão de organização na apresentação do conteúdo em tela.

Recontextualização

O elemento recontextualização de acordo com Neves (2009) e Melzer (2012) consiste na retirada do contexto de um determinado saber sábio, ao ser didatizado e transposto para um LD. E a partir disso, a esfera dos Nós e o professor pode explicar o conteúdo fazendo uso de outros contextos que seja mais próximo da realidade do aluno, de modo à recontextualizar o saber. Para a análise desse elemento no processo de transposição didática do conteúdo de ligação iônica, foram respondidas as seguintes questões:

O LD apresenta abordagem histórica do contexto em que o saber foi desenvolvido?

Nas obras analisadas, a noosfera mostrou não ter a preocupação de colocar um recorte histórico sobre o contexto social em que o conteúdo de ligação iônica foi desenvolvido, nem justificar o que levou para esse conteúdo ser proposto no âmbito científico. De acordo com Chevallard (1991) durante o processo de transposição didática, alguns aspectos do saber sábio são suprimidos no momento de didatizar um determinado conteúdo, o que nos faz considerar como sendo uma supressão de caráter histórico. Esse tipo de supressão é prejudicial, pois pode direcionar o professor e aluno a discutir o conteúdo sem seus precedentes históricos, tornando tal saber desconexo com a realidade.

Alinhando a essas discussões, encontramos na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996) que é importante a compreensão do significado da

ciência, de modo a relacionar e questionar a sua natureza e reforça o entendimento do processo histórico nas transformações que ocorrem na sociedade, o que valoriza a essência do conhecimento científico.

Encontramos em Matthews (1995) destaque sobre a importância de inserir a História da Filosofia e da Ciência (HFC), pois se apresenta como uma estratégia didática que facilita na construção dos conteúdos científicos, modelos e teorias. No entanto, de acordo com Martins (2006), Gil Perez et al (2001) e Matthews (1995), um dos problemas da história da química não está inserida no processo de ensino e aprendizagem, é devido a algumas imagens distorcidas acerca da própria HFC, o que torna a escassez de materiais adequados, como por exemplo, o LD. Os LDs, por vezes, não apresentam uma informação fidedigna a história do conteúdo, que por vezes não usam as fontes primárias ou secundárias no momento de organizar o estudo sobre determinado conteúdo, tornando-o didático a um público mais abrangente.

Todavia, Kuhn (2011) questiona que diferentemente do que ocorre nas ciências sociais, que o estudante é confrontado com diferentes posições e visões de autores sobre o estudo de um conteúdo, nas ciências naturais, os LDs costumam abordar o mesmo conteúdo de uma forma sedimentada, confrontando com apenas a visão de um cientista. Nesse sentido, Vidal e Porto (2012) afirmam que a ausência dos contextos de controvérsia no desenvolvimento da atividade científica dificulta o processo de superação da superficialidade da abordagem histórica quando é apresentado nos LDs. Ainda, Campo e Cachapuz (1997) afirmam que os livros didáticos apresentam uma ciência descontextualizada, distante da sociedade e da vida cotidiana dos alunos, abordando o método científico como um conjunto de regras fixas.

O LD trás algum contexto em que o conteúdo é aplicado, recontextualizando?

O LD1, LD2 e LD4 apresenta indícios recontextualização com abordagem do cotidiano do conteúdo de ligação iônica, utilizando como exemplo a ligação que ocorre entre Na^+ e o Cl^- , apenas citando que o NaCl é comumente utilizado com sal de cozinha. No mais, durante todo o restante do conteúdo a ser estudado, o autor propõe uma discussão sem aplicar a determinado contexto, apresentado apenas o ponto de vista científico do conteúdo. O LD3 busca recontextualizar o conteúdo de ligação iônica a partir do contexto da chuva ácida.

Contudo, Wartha, Silva e Bejarano (2013) ressaltam a importância da abordagem do cotidiano no ensino de química, que permite relacionar os conteúdos de química transpostos para os LDs e na sala de aula, com aspectos/fenômenos que ocorrem no dia a dia, a partir de exemplificações, expostas não só pelo discurso verbal, mas aliados ao uso de figuras para ilustrar os exemplos apresentados durante a exposição do conteúdo para facilitar a compreensão do aluno, de modo a tornar esta ciência mais próxima do aluno recontextualizando o saber em um processo de ensino e aprendizagem.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o EM (PCNEM) apresentam que a contextualização é importante para o ensino das disciplinas. Os PCNEM mostram que, partindo de estudos prévios do cotidiano, o aluno pode desenvolver conhecimentos que possibilitem uma visão crítica do mundo e também proporcionem tomar decisões embasadas em conhecimentos científicos (BRASIL, 1999).

Repersonalização

A repersonalização, de acordo com Chevallard (1991), ocorre quando o saber é “retirado” do sujeito que o deu origem e o professor dá uma nova roupagem ao conteúdo. No entanto, isso não quer dizer que o contexto e o seu criador deva ser suprimidos no processo de transposição didática, ou seja, sua história não deve ser suprimida durante o processo de TD.

Buscamos analisar se nos livros didáticos a noosfera apresentou a figura de algum cientista durante o estudo do conteúdo de ligação iônica. Para isso, foi elaborada a seguinte questão que orienta a análise da TDE:

É apresentada a figura de Linus Pauling ou outro cientista durante o estudo do conteúdo de ligação iônica?

Em relação ao conteúdo de ligação iônica, nenhuma das obras citou a figura de Linus Pauling ou de outro cientista. No entanto, os LD1 e LD2 cita brevemente a figura de dois cientistas, ao relatarem a necessidade do átomo a completar o octeto eletrônico e a forma de representar os elétrons na camada mais externa, como pode ser visto no recorte ilustrado no Quadro 10 a seguir.

Quadro 10. Cientistas citados nas obras em análise.

LD1
<p>No entanto, foi somente em 1916 que os cientistas Gilbert N. Lewis e Walter Kossel chegaram a uma explicação lógica para as uniões entre os átomos, criando a teoria eletrônica da valência. De fato, consideremos as configurações eletrônicas dos gases nobres:</p> <div style="text-align: center;"> </div> <p>em que os sinais • e x estão representando exatamente os elétrons da camada mais externa. Essa representação é chamada notação de Lewis.</p>
LD2
<p>William Kossel e Gilbert Newton Lewis propuseram, independentemente, no ano de 1916, uma regra para interpretar a ligação entre os átomos, que ficou conhecida como regra do octeto de elétrons (ou, simplesmente, regra do octeto):</p>

Fonte: Livros analisados.

O LD1 e LD2 citam a figura do Lewis e Kossel, apontando a teoria eletrônica da valência como uma resposta para explicar a união entre os átomos. No entanto, apenas o LD1 citou a figura de Lewis no momento em que é explicada a forma de representar os elétrons da camada mais externa, por meio da notação de Lewis. Já o LD3 e LD4 não citaram a figura de nenhum (a) cientista durante o estudo do conteúdo.

De acordo com Chevallard (1991), o objetivo desse elemento é tornar o saber até um certo limite anônimo e universal podendo ser aplicada a contextos diversos daquele em que o originou. No entanto, Neves (2009), interpretando Chevallard (1991), afirma que o ato de despersonalizar um saber não implica a retirada da sua história. Isso foi observado nas quatro obras analisadas, pois o saber foi destituído do seu criador e não citaram a figura de nenhum cientista que propuseram o conteúdo de ligação iônica.

Programabilidade

O elemento programabilidade de acordo com Neves (2009) em uma textualização consiste que a organização e aquisição do conteúdo se deem de maneira progressiva e racional, partindo de um conceito mais fácil em direção ao mais difícil, de modo que para a compreensão de um novo saber, o aluno faça uso de saberes anteriores. Para analisar este elemento, foram elaboradas as seguintes perguntas:

Quais conteúdos são abordados antes do conteúdo de ligação iônica?

No LD1 os conteúdos são divididos apenas em capítulos, e o conteúdo de ligação iônica é abordado no capítulo 6 referente ao estudo das ligações químicas. Os conteúdos que são abordados nos capítulos anteriores são: capítulo 1 – primeira visão da química; capítulo 2 – conhecendo a matéria e suas transformações; capítulo 3 – explicando a matéria a suas transformações; capítulo 4 – a evolução dos modelos atômicos; capítulo 5 – classificação periódica dos elementos.

No LD2 os conteúdos são divididos em capítulos da mesma forma que o LD1, e o estudo de ligação iônica é apresentado no capítulo 8, que aborda as Ligações Químicas Interatômicas. Os conteúdos abordados antes são: capítulo 1 – introdução ao estudo da química; capítulo 2 – substâncias químicas; capítulo 3 – introdução ao conteúdo de reação química; capítulo 4 – Do macroscópico ao microscópico: átomos e moléculas; capítulo 5 – introdução à estrutura atômica; capítulo 6 noções mais detalhada da estrutura atômica e capítulo 7 – a tabela periódica.

O LD3 organiza os capítulos em unidades, sendo que cada uma tem um tema central relacionado ao meio ambiente. Nesta obra, o conteúdo de ligação iônica é apresentado no capítulo 18, que está inserido na unidade 5 que aborda a temática chuva ácida. Os conteúdos que são abordados nos capítulos anteriores são: capítulo 1 – grandezas físicas; capítulo 2 – estados de agregação da matéria; capítulo 3 – propriedades da matéria; capítulo 4 – substâncias e misturas; capítulo 5 – separação de misturas. Todos esses conteúdos são organizados dentro da unidade 1, que aborda a temática mudanças climáticas. Ainda no LD3, A unidade 2 trata sobre o tema Oxigênio e ozônio e contém os seguintes conteúdos: capítulo 6 – reações químicas; capítulo 7 – átomos e moléculas; capítulo 8 – notações químicas; capítulo 9 – alotropia. A unidade 3 apresenta como tema central da unidade A poluição eletromagnética, e explora o estudo dos seguintes conteúdos: capítulo 10 – eletricidade e radioatividade; capítulo 11 – evolução dos modelos atômicos; capítulo 12 – modelo básico do átomo e capítulo 13 – tabela periódica. Por fim, a unidade 4 discorre sobre a temática poluição de interiores, abordando os seguintes conteúdos: capítulo 14 – ligações covalentes; capítulo 15 – forças intermoleculares e capítulo 16 compostos orgânicos.

O LD4 também tem os capítulos organizados em unidades. Nesta obra, o conteúdo de ligação iônica é apresentado no capítulo 7, referente ao estudo das

ligações químicas e geometria molecular. Os capítulos que são abordados antes deste conteúdo são: no capítulo 1 – química: objeto de estudo e aplicações; capítulo 2 – unidades de medidas e propriedades da matéria; capítulo 3 – sistemas, substâncias puras e misturas; capítulo 4 propriedades e transformações da matéria. Esses conteúdos são estudados na unidade 1, que é intitulada como Química e estudo dos materiais. A unidade 2 é nomeada do macro ao micro e apresenta os seguintes conteúdos: capítulo 5 – modelos atômicos e características do átomo e capítulo 6 – classificação dos elementos e tabela periódica.

A partir disso, é possível perceber que a noosfera mantém um padrão, em relação à apresentação de alguns conteúdos antes de ligação iônica. Como por exemplo, introdução ao objeto de estudo da química, modelos atômicos, substâncias e misturas e propriedades periódicas, que foram abordados nas obras em análise.

O LD1, LD2 e LD4 apresentaram quase a mesma sequência na apresentação dos conteúdos, porém, logo após o conteúdo sobre propriedades periódicas, nas três obras, o conteúdo de ligação iônica veio em seguida. O LD3 foi o que mais apresentou conteúdos a ser estudados antes de ligação iônica, propondo uma maior programabilidade do saber.

Além disso, é possível inferir que, com o passar dos anos, a noosfera organiza os capítulos dentro de unidades que abordam um tema norteador para o estudo dos conteúdos químico a ser transposto.

Como são introduzidos as atividades e exercícios?

Em todos os LDs analisados, as atividades e exercícios são introduzidos após toda a apresentação do estudo do conteúdo de ligação iônica. No LD3 é explorado apenas exercícios que visam a repetição e que exploram o conteúdo conceitual, como no recorte da obra analisada ilustrado na Figura 2, a seguir.

Figura 2 Exercícios e atividades propostas na obra em análise.

Exercícios de revisão

17.1 (UPM-SP) Se o caráter iônico entre dois ou mais átomos de elementos químicos diferentes é tanto maior quanto maior for a diferença de eletronegatividade entre eles, a alternativa que apresenta a substância que possui caráter iônico mais acentuado é. (Dados: ${}^1\text{H}$; ${}^9\text{F}$; ${}_{11}\text{Na}$; ${}_{19}\text{K}$; ${}_{35}\text{I}$)
 a) NaI b) F_2 c) HI d) KI **x** e) KF

17.2 (Uerj) A nanofiltração é um processo de separação que emprega membranas poliméricas cujo diâmetro de poro está na faixa de 1 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$). Considere uma solução aquosa preparada com sais solúveis de cálcio, magnésio, sódio e potássio. O processo de nanofiltração dessa solução retém os íons bivalentes, enquanto permite a passagem da água e dos íons monovalentes. (Consulte a tabela periódica.)
 As espécies retidas são:
 a) sódio e potássio. c) magnésio e sódio.
 b) potássio e cálcio. **x** d) cálcio e magnésio.

17.3 (UFV-MG) As cinzas provenientes da queima de vegetais podem ser utilizadas na produção de sabão por serem ricas em óxidos, principalmente os óxidos de metais alcalinos e alcalinoterrosos. Na formação desses óxidos iônicos ocorre transferência aparente dos elétrons de valência do metal para o oxigênio. As fórmulas químicas dos óxidos de potássio e de cálcio são, respectivamente:
 a) KO e CaO . c) KO_2 e CaO_2 .
x b) K_2O e CaO . d) K_2O e Ca_2O .

17.4 (UPM-SP) Alimentos que contêm enxofre, como por exemplo, os ovos, ao serem colocados sobre superfícies de prata, escurecem-nas, devido à formação de uma película escura de sulfeto de prata. Sabendo que a prata é monovalente e que o enxofre é bivalente e mais eletronegativo que a prata, a fórmula dessa película escura é:
 a) AgS b) AgS_2 c) Ag_2S d) Ag_2S_2 **x** e) Ag_2S

17.5 (Efoa-MG) Os elementos X e Y, do mesmo período da tabela periódica, têm configurações eletrônicas $s^2 p^4$ e s^2 , respectivamente, em suas camadas de valência.
 a) A que grupos da tabela periódica pertencem os elementos X e Y?
 b) Qual será a fórmula empírica (fórmula unitária) e o tipo de ligação formada no composto constituído pelos elementos X e Y? Justifique sua resposta.

17.6 (UEL-PR) Da combinação química entre átomos de magnésio ($Z = 12$) e nitrogênio ($Z = 7$) pode resultar a substância de fórmula:
x a) Mg_3N_2 b) Mg_2N_3 c) MgN_3 d) MgN_2 e) MgN

17.7 (UFPA) Sejam os elementos genéricos X, com 53 elétrons, e Y, com 38 elétrons. Depois de fazermos a sua distribuição eletrônica, podemos afirmar que o composto mais provável formado pelos elementos é:
x a) YX_2 b) Y_2X_2 c) Y_2X_3 d) Y_2X e) YX

17.8 (Fatec-SP) Identifique os pares de números atômicos correspondentes a elementos que, quando se combinam, formam o composto de fórmula A^jB^k .
 a) 12 – 7 b) 19 – 16 c) 15 – 17 **x** d) 13 – 8 e) 13 – 13

17.9 (UEL-PR) Considere as propriedades:
 I. elevado ponto de fusão
 II. brilho metálico
 III. boa condutividade elétrica na fase sólida
 IV. boa condutividade elétrica em solução aquosa (para compostos solúveis em água).
 São propriedades de compostos iônicos:
 a) I e II **x** b) I e IV c) II e III d) II e IV e) III e IV

17.10 (PUC-SP) Analise as propriedades físicas na tabela:

Condução de corrente elétrica				
Amostra	PF/ $^\circ\text{C}$	PE/ $^\circ\text{C}$	a 25 $^\circ\text{C}$	a 1000 $^\circ\text{C}$
A	801	1413	isolante	condutor
B	43	182	isolante	—
C	1535	2760	condutor	condutor
D	1248	2250	isolante	isolante

Segundo os modelos de ligação química, A, B, C e D podem ser classificados, respectivamente, como:
 a) composto iônico, metal, substância molecular, metal.
 b) metal, composto iônico, composto iônico, substância molecular.
 c) composto iônico, substância molecular, metal, metal.
 d) substância molecular, composto iônico, composto iônico, metal.
x e) composto iônico, substância molecular, metal, composto iônico.

17.11 (UFMG) Um material sólido tem as seguintes características:
 • não apresenta brilho metálico.
 • é solúvel em água.
 • não se funde quando aquecido a 500 $^\circ\text{C}$.
 • não conduz corrente elétrica no estado sólido.
 • conduz corrente elétrica em solução aquosa.

Com base nos modelos de ligação química, pode-se concluir que, provavelmente, trata-se de um sólido
x a) iônico. b) covalente. c) molecular. d) metálico.

É possível perceber, a partir da análise dos exercícios, que a proposta busca apenas explorar os conteúdos conceituais. Além disso, não é proposta nenhuma atividade experimental para o professor nem o aluno realizar de forma demonstrativa, em nenhuma das obras analisadas.

O LD1, LD2 e LD4 seguem a mesma linha de proposição das atividades como a apresentada no LD3, com questões que apenas exploram do aluno o conteúdo conceitual². Além disso, em todas as obras, os exercícios propostos são questões de vestibulares tradicionais de universidade, como por exemplo, UPE, UFMG e USP que tem apenas um caminho possível para a resposta correta. No entanto, de acordo Melzer (2012) isso acontece devido à necessidade de preparar os alunos para vestibulares e exames de qualificação, por isso a maioria dos LDs são pensados dessa forma pela noosfera.

Ainda de acordo Melzer (2012), essa característica pode estar ligada aos aspectos social e epistemológico dentro da análise da transposição didática. Como a cultura escolar no EM do Brasil mostra preocupar-se em formar o aluno para participar de vestibulares e ENEM, isso está ligado ao aspecto social, por isso infere-se que os LDs trazem exercícios de provas e testes seletivos anteriores. Sobre o aspecto epistemológico, aponta que os exercícios tem caráter de aplicação de conteúdos, com o objetivo de marcar a alternativa correta, em uma questão de múltipla escolha, por exemplo, que nem as apresentadas nas obras em análise.

Todavia, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e Base Nacional Comum Curricular (BNCC) orientam que o ensino seja realizado por meio da contextualização, com a utilização de Situação-Problema, visando desenvolver nos alunos os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, requerendo que as atividades associadas vão além de exercícios, visando decorar pela repetição.

Publicidade

O elemento da publicidade do saber de acordo com Neves (2009) e Melzer (2012) tem por objetivo por parte do LD, apresentar ao aluno informações que ressalte a importância e a utilidade de estudar determinado conteúdo. Além disso, tem o intuito de explicar por meio de definições as compreensões e extensões do saber. Para analisar esse elemento, foram elaboradas as seguintes perguntas:

² Os conteúdos conceituais estão relacionados “ao que devemos saber”, sobre conjunto de fatos, objetos ou símbolos que possuem características comuns (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2018).

O LD faz alguma introdução sobre o conteúdo?

O LD1 introduz o conteúdo no tópico da introdução que aborda sobre os tipos de ligações químicas, com o seguinte questionamento: “*Por que existe essa grande diferença de propriedades entre os materiais que conhecemos? Isso se deve, em grande parte, às ligações químicas existentes entre os átomos.* Após esse questionamento, o autor apresenta o NaCl como um exemplo de substância que é formada por átomos, que se ligam por intermédio de uma força de natureza elétrica com o objetivo de buscar uma estabilidade eletrônica.

Na obra, é apresentada a regra do octeto como um modelo explicativo para justificar o motivo dos átomos se ligarem entre si por meio de uma ligação química. Para facilitar o entendimento do leitor, o autor expõe uma tabela justificando que os átomos devem alcançar a configuração de um gás nobre, com a exceção do elemento Hélio e Hidrogênio. Na Figura 3, a seguir, a tabela ilustrada na obra.

Figura 3. Análise do Nível de Valência pela da regra do octeto.

	K	L	M	N	O	P
Hélio	2					
Neônio	2	8				
Argônio	2	8	8			
Criptônio	2	8	18	8		
Xenônio	2	8	18	18	8	
Radônio	2	8	18	32	18	8

Fonte: LD1 em análise.

Diante disso, o autor afirma que: “*na prática, quando dois átomos vão se unir, eles trocam elétrons entre si ou usam elétrons em parceria, procurando atingir a configuração eletrônica de um gás nobre. Surgem daí os três tipos de ligação química: a iônica, covalente e metálica*”. Após isso, o autor associa o exemplo do NaCl supracitado e inicia a discussão do conteúdo de ligação iônica.

No LD2 o autor inicia a discussão apresentado algumas propriedades das substâncias iônicas, como por exemplo, afirmando que conduzem corrente elétrica no estado líquido, mas não no sólido. Apontou alguns exemplos dessas substâncias, como o cloreto de sódio, óxido de alumínio e exemplificou a diferença de algumas propriedades químicas que existem entre uma substância iônica, covalente e metálica.

Após essa discussão inicial, o autor colocou a regra do octeto como um modelo que justifica a estabilidade química que os átomos tendem a buscar. Para

entender isso, foi apresentada uma tabela para que os alunos analisem a eletrosfera dos gases nobres. Recorte da tabela presente na obra na figura 4, a seguir.

Figura 4. Análise do Nível de valência por meio da regra do octeto.

TABELA 2	Distribuição eletrônica dos gases nobres					
Gás nobre	K	L	M	N	O	P
Hélio	2					
Neônio	2	8				
Argônio	2	8	8			
Criptônio	2	8	18	8		
Xenônio	2	8	18	18	8	
Radônio	2	8	18	32	18	8

Fonte: LD2 em análise.

O autor afirma que entender a eletrosfera é ponto chave para o entendimento de como os átomos se ligam. Após essa discussão, é apresentado o conteúdo de ligação iônica, justificando que esse tipo de ligação acontece com a tendência que os elementos têm a perder ou receber elétrons no nível de valência.

O LD3 inicia a discussão de ligação iônica a partir da apresentação de um texto jornalístico intitulado de Chuva ácida. No texto, observamos que o objetivo era analisar as substâncias que causam esse tipo de chuva e qual tipo de ligação é realizada para formar tais substâncias. Além disso, no texto, ainda é abordada a questão da formação de íons na água dos mares, rios e associa a alteração do pH devido a dissociação iônica das substâncias. Após a leitura do texto, o autor já inicia a discussão do conteúdo de ligação iônica associada à ideia de eletronegatividade, energia de ionização e porcentagem de caráter iônico entre os átomos.

O LD4 inicia a discussão apresentando uma imagem de verduras sendo cozinhadas em uma panela com água fervendo. Diante desta imagem, o autor aborda em um texto as seguintes situações: o sal de cozinha (NaCl) a temperatura ambiente é sólido e branco, no entanto, funde-se a uma temperatura acima de 800°C e questiona: que modelo pode ser utilizado para explicar esse comportamento? Ainda, diz que os químicos associam isso aos tipos de ligações que os átomos estabelecem para formar se formarem.

Após essa discussão associada à figura, o livro apresenta a regra do octeto como um modelo de estabilidade que os outros átomos buscam para ficar com a valência igual à dos gases nobres.

Depois da apresentação desse modelo explicativo, são abordados as propriedades e alguns exemplos de substâncias iônicas, moleculares e metálicas. A

partir disso, o autor define o que é uma ligação iônica, utilizando como exemplo a situação do NaCl supracitado, explicando como dois átomos se ligam por meio de uma ligação iônica, formando retículos cristalinos, no intuito de responder os questionamentos apresentados na discussão da imagem.

Assim, é possível perceber que a noosfera propõe diferentes formas de abordagem do conteúdo. No entanto, no LD1, LD2 e LD4, na introdução do conteúdo, a regra do octeto foi o modelo explicativo utilizado para justificar o porquê os átomos se ligam, o que não foi visto no LD3, que introduziu o conteúdo a partir de conteúdos associados à ideia de eletronegatividade, energia de ionização e percentagem de caráter iônico.

O livro didático apresenta a importância e a razão sobre o estudo do conteúdo?

Após a análise das obras, constatamos que explicitamente nenhuma delas apresentou para o aluno a importância e a razão de estudar o conteúdo de ligação iônica. Infere-se que os LDs incluem os saberes dentro de uma determinada organização, no entanto não se preocupam em como inseri-los aos leitores.

Implicitamente, percebemos uma tentativa do LD em apresentar a importância do estudo do conteúdo de ligação iônica nos LD3 e LD4. Na primeira obra, o autor busca abordar a importância do conteúdo de ligação iônica a partir da leitura de um texto jornalístico sobre a temática chuva ácida. No texto, o autor destaca alguns pontos, como o impacto que algumas substâncias iônicas causam para ocorrer esse tipo de chuva, e ainda coloca em discussão que os cátions e ânions dissolvidos nas águas dos mares, rios, etc., alteram o pH do meio. A partir disso, é possível inferir que o autor tenta chamar a atenção do aluno para essas situações, e entender a importância de estudar o conteúdo de ligação iônica para a formação das substâncias iônicas, e neste caso, o impacto delas ao meio ambiente. Na segunda obra, o autor busca apresentar a importância de estudar o conteúdo, a partir da ilustração de uma imagem com alimentos sendo cozinhado. A partir desta imagem é colocada uma situação na qual leva o aluno a pensar sobre o porquê quando é adicionado sal na água, o ponto de ebulição da mesma aumenta? Isso é abordado ao longo do estudo do conteúdo, de modo que o aluno consiga responder.

Em que medida as definições de ligação iônica nos livros didáticos se aproximam daquelas presentes em Pauling (1965)?

Para buscar responder esta questão, foram analisadas as definições de ligação iônica que são utilizadas nos livros didáticos. A seguir, está organizado o recorte da definição do saber sábio de ligação iônica (LINUS PAULING 1965 apud NEVES 2009) e os trechos contendo as definições propostas nos instrumentos didáticos, nos quadros 11 a 14.

Na visão de Linus Pauling (1965) o saber sábio de Ligação Iônica é definido como: “*resultante da atração de Coulomb devido a existência de dois íons de cargas opostas*” (p. 4). A seguir, estão apresentados os recortes das obras com a definição ligação iônica proposta, e após é realizado a análise entre o saber sábio e o saber a ser ensinado.

No quadro 11, é apresentado o recorte da definição de ligação iônica proposto pelo autor do LD1.

Quadro 11. Recorte do livro com a definição de ligação iônica.

LD1
Ligação iônica é a força que mantém os íons unidos, depois que um átomo cede definitivamente um, dois ou mais elétrons para outro átomo.

Fonte: LD1 em análise.

No LD1 o conceito de ligação iônica proposto não se aproxima do saber sábio, uma vez que é pautado que os elétrons são cedidos definitivamente de um átomo para outro, e que se mantém unidos por meio de uma força, mas não afirma qual. Outro ponto a ser observado é que no saber a ser ensinado, não é citado que os íons têm cargas opostas.

No quadro 12, é ilustrado o recorte do LD2 com a definição de ligação iônica proposta pelo autor.

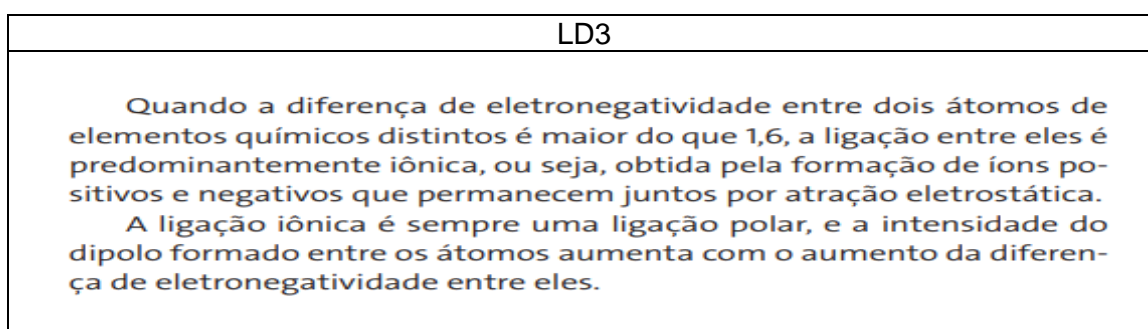
Quadro 12. Recorte do livro com a definição de ligação iônica.

LD2
Os íons Na^+ e Cl^- possuem cargas elétricas opostas; portanto se atraem mutuamente. Essa atração mantém os íons unidos, formando uma substância muito conhecida, o cloreto de sódio (comercializado como sal de cozinha), representado pela fórmula NaCl . Tal união é chamada de ligação iônica (alguns a denominam ligação eletrovalente).

Fonte: LD2 em análise.

No LD2 os autores buscam contextualizar a definição de ligação iônica utilizando o sal de cozinha, e é possível perceber claramente a aproximação do conceito entre o saber sábio e o saber a ser ensinado. No quadro 13 é ilustrado o conceito de ligação iônica proposto no LD3.

Quadro 13. Recorte do livro com a definição de ligação iônica.

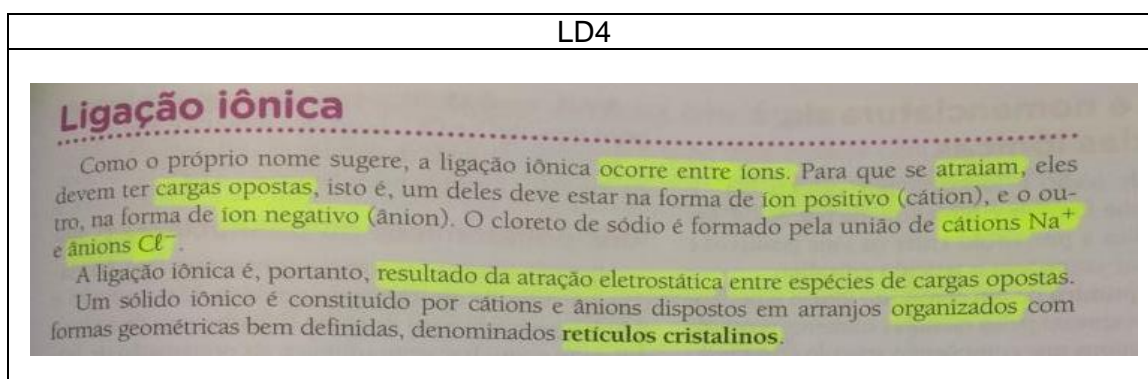


Fonte: LD3 em análise.

No LD3 é possível também perceber uma aproximação entre os conceitos científicos, uma vez que são citados os íons de cargas opostas e a força de atração eletrostática. Ainda, é possível perceber um acréscimo no conceito do LD3, quando os autores afirmam que a ligação iônica é sempre polar e a intensidade aumenta, à medida que a eletronegatividade entre os átomos aumenta.

No quadro 14 é ilustrado o recorte da obra com o conceito de ligação iônica proposto no LD4.

Quadro 14. Recorte do livro com a definição de ligação iônica.



Fonte: LD4 em análise.

O LD4 também busca contextualizar a definição do conceito utilizando o sal de cozinha como base para a discussão. No saber a ser ensinado, é citado que a ligação ocorre entre íons de cargas opostas que se manterão unidos devido a força eletrostática entre os átomos. Neste livro, é possível perceber um acréscimo quando

o autor afirma que os cátions e ânions estão organizados em uma figura geométrica bem definida, denominada retículos cristalinos.

De forma geral, os conceitos presentes nos LD2, LD3 e LD4 foram os que tiveram uma aproximação com o saber sábio de Linus Pauling. Além disso, os LD3 e LD4 colocaram alguns acréscimos que não são citados no saber de referência.

Guimarães (2009) realiza estudo semelhante sobre conceito de ligação iônica, verificando a aproximação do saber a ser ensino com o saber sábio proposto por Pauling (2005). Na análise do autor, apenas o conceito de ligação iônica apresentado no livro de química (NÓBREGA, SILVA, SILVA, 2001) não estava em conformidade com o saber sábio proposto por Linus Pauling (1965). Isso pode indicar que a noosfera tem mostrado uma preocupação no momento de adaptar o saber e torna-lo didático pelo processo de transposição didática, sem distanciar demasiadamente o saber a ser ensinado do saber sábio. Acreditamos que isso é feito por meio de acréscimos de outras informações e de criações didáticas com o objetivo de facilitar o entendimento do leitor.

O conceito de cargas de Coulomb é apresentado no estudo de ligação iônica?

Em todas as obras analisadas, não foi citado explicitamente o conceito de cargas de Coulomb, apenas citou de forma rápida que existem cátions (que tem carga positiva) e ânions (que tem cargas negativas). No LD1, o autor faz apenas uma relação com o raio atômico do cátion Na^+ e ânion Cl^- e afirma que por terem cargas elétricas opostas, se atraem e se mantêm unidos pela ligação iônica. Outra questão que é levantada na discussão é que o diâmetro ou raio do cátion é sempre menor que o diâmetro ou raio do átomo original, e que o raio do ânion é sempre maior que o raio do átomo original. São parâmetros que podem se aproximar do conceito de cargas de Coulomb, pensado mais na expressão matemática que envolve o cálculo da energia de rede, porém de forma abstrata. Todavia, não foi colocada a questão energética durante o estudo do conceito.

No LD2 e LD4 os autores apenas citam que a ligação iônica vai ocorrer entre dois íons de cargas elétricas opostas, e devido essa forte atração vão manter-se unidos formando uma substância. No entanto, na obra não é citada a questão do tamanho do raio atômico do cátion e do ânion e não é citado o aspecto energético.

O autor do LD3 coloca a discussão também envolvendo a carga elétrica dos cátions e ânions. E para diferenciar um composto iônico de um covalente, é

apresentada uma tabela contendo dados já calculados e, para ser iônico, é necessário que tenha uma diferença de eletronegatividade superior a 1,6 e a percentagem de caráter iônico superior a 51. Ainda, é apresentada uma tabela contando dados calculados, exemplificando a energia de ionização de átomos monovalente, bivalente e trivalentes. Portanto, nenhuma das obras analisadas apresenta o conceito de cargas de Coulomb, além disso, nem citam a expressão matemática que é utilizada para o cálculo da energia.

No próximo tópico, serão apresentados os recortes das aulas em que percebemos presença dos elementos da TD supracitados no percurso metodológico, e a respectiva análise seguindo o aporte teórico adotado nesta pesquisa.

4.2 ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA INTERNA

Neste tópico buscamos responder o seguinte objetivo: como o conteúdo de ligação iônica é transposto didaticamente nos intramuros da sala de aula em duas escolas da rede estadual de ensino da cidade de Serra Talhada-PE. Para isso, utilizaremos a noção de transposição didática proposta por Chevallard (1991).

Os elementos da transposição didática identificados na aula dos professores serão organizados na seguinte ordem: dessincretização, descontextualização, despersonalização, publicidade e programabilidade.

Análise da Transposição Didática Interna na Escola de Serra Talhada

A seguir, serão apresentados os recortes da aula do P1 e a análise dos trechos em que identificamos os elementos da transposição didática.

Dessincretização

A dessincretização tem por objetivo fornecer subsídios para melhoria da aprendizagem, pois existe saberes que serão imprescindíveis na construção de determinados conteúdos. É a separação dos saberes em saberes mais pontuais, neste caso seria dividir o conteúdo de ligações iônicas em saberes que o compõe, a saber: atração coulombiana, propriedades periódicas dos metais e ametais, transferência de elétrons, nível de valência, o que leva a estabilidade de um átomo.

Para isso, a análise deste elemento da TDI procedeu-se a partir da seguinte questão: **Quais relações conceituais o professor realiza na transposição do conteúdo de ligação iônica?** A partir disso, foi identificado e transcrito o recorte no Quadro 15.

Quadro 15: Recorte da aula do Professor 1.

P₁: Então crianças, o que vocês entendem por ligação iônica? O que é necessário para ocorrer uma ligação iônica?

A₁: Tem que ter um Cátion, professor?

P₁: Sim, mais precisa ter outra coisa. Lembram o conteúdo que estudamos na semana passada? Expliquei sobre a regra do octeto, com quantos elétrons um átomo se estabiliza, as exceções do Hidrogênio e Hélio.

A₂: Professor, acho que estou lembrado...são não lembro a palavra!

P₁: Vejam, para vocês compreenderem ligações iônicas, é preciso conhecer a família de cada um dos átomos que vão participar da ligação iônica. É preciso saber qual o grupo específico de cada um, que assim vocês vão ter uma boa noção de quantos elétrons determinado átomo tem na última camada. A ligação iônica ocorre geralmente **entre ametais e metais**, pois os átomos desses grupos querem ficar com oito elétrons na camada de valência, ou seja, completar o octeto de acordo com a regrinha que vimos em aulas anteriores.

Fonte: própria.

Percebemos que o professor procura levar os alunos a pensar sobre os conteúdos estudados anteriormente, como é possível observar no trecho: *“Expliquei sobre a regra do octeto, com quantos elétrons um átomo se estabiliza, as exceções do Hidrogênio e Hélio”*. O professor busca trabalhar a relação com outros saberes, a regra do octeto e suas exceções, como base para a compreensão de um novo saber, ligação iônica. Porém, a regra do octeto é um conhecimento envelhecido biologicamente e somente algumas obras mais atuais apresentam as exceções. Porém, ao não explorar com uma discussão adequada sobre o limite de validade dessa regra, passa a ser questionado pela comunidade científica (LIMA et al., 2018).

Grande parte das dificuldades apresentadas pelos alunos na compreensão durante a abordagem das ligações químicas está no modelo explicativo usado pela maioria dos professores, baseados nos fundamentos da regra do octeto, que tem se tornado dogmático para explicar a estabilidade de compostos químicos, substituindo princípios mais gerais como as variações de energia e entropia envolvida na formação de ligação entre os átomos (MORTIMER; MOL; DUARTE, 1994).

Isso acontece por que o professor costuma seguir exatamente o que está presente na maioria dos livros didáticos, que estão organizados em tópicos que a noosfera entende como necessários para a compreensão dos conteúdos, como foi visto da análise dos LD1, LD2 e LD4, que os autores propuseram um caminho semelhante ao utilizado pelo professor no recorte selecionado, exceto o LD3 que guiou o ensino do conteúdo sem citar a regra do octeto, apresentando o conteúdo por meio de conteúdos envolvendo a questão energética e percentual de caráter iônico. Ainda, em muitas obras, não estão claros os motivos do uso de um modelo explicativo para a formação das ligações iônicas: nem a regra do octeto é explicada,

como observado em todos os LDs analisados. Ainda, como uma maneira de facilitar o entendimento dos alunos, o professor em sala de aula fez uso da tabela periódica para explicar quantos elétrons determinado átomo tem no nível de valência.

Recontextualização e Repersonalização

A descontextualização é consequência da textualização realizada pela noosfera, relacionada com a perda do contexto original em que o saber foi produzido, que respondia a um problema específico e passa a responder um conjunto maior de problemas. Numa situação ideal, o professor teria que realizar o processo contrário, a recontextualização, buscando inserir o saber em um contexto apropriado e reconhecido pelo aluno. A repersonalização, consiste em impregnar o saber teoricamente asséptico, das posições ideológicas, políticas, filosóficas e científicas do professor, num processo contrário ao realizado pelo cientista na elaboração de um determinado saber sábio.

Para isso, a análise destes elementos da TDI procedeu-se por meio das seguintes questões guias: **O professor apresenta alguma aplicação do conteúdo de forma a recontextualizá-lo? O professor aproxima o conteúdo estudado com o cotidiano do aluno? Que cientista o professor mencionou durante a transposição do conteúdo?** A partir disso, foi identificado e transcrito o recortes em que percebemos a presença destes elementos, no Quadro 16.

Quadro 16: Recorte da aula do Professor 1.

P₁: Sim, é um cátion por que no grupo 1A o átomo fica desse jeito, o Sódio fica com carga +1, e isso significa que o sódio perdeu um elétron da camada de valência para realizar a ligação iônica, para ficar estável. Entenderam?

Ax: Agora sim professor, então, sempre que um átomo tiver com carga positiva ele perdeu essa carga para se estabilizar, no caso das ligações iônicas?

P₁: Pronto, terminaram de anotar né? Já estão conversando... vamos falar um pouco **sobre o que é ânion**. Olhem a tabela periódica novamente. **Vejam, nos grupos 5A, 6A e 7A os átomos tendem a receber elétrons**. Sabem por que? **Como na sua última camada de valência tem mais elétrons do que as que vimos anteriormente, e é mais difícil doar, logo, os elementos desses grupos recebem elétrons com o objetivo de completar o octeto**. Olhem para o cloro que é do grupo 7A, após a ligação iônica ocorrer, o cloro fica representado com uma carga negativa, pois ele ganhou um elétron, significa que ele completou o octeto na sua camada de valência, e a lógica segue, no grupo 6A fica com carga -2, 5A tem carga -3 depois que completar o octeto (...) vamos basicamente estudar em ligações iônicas, alguns átomos desses grupos citados. Vocês vão ver nos exercícios daqui a pouco, entenderam essa lógica? Lembrem, na química não é igual a matemática (...) aqui se o elemento ganha elétrons ele fica com carga negativa e quando perde fica com carga positiva. **Uma das propriedades de substâncias que faz ligação iônica é que quando estão em solução são capazes de conduzir eletricidade (...) outra coisa, se sua mãe está preparando um arroz e imediatamente colocar o sal na água, ela vai demorar a alcançar o ponto de ebulição, isso vamos ver com mais detalhes em propriedades coligativas, que este conceito de ligação iônica nos interessa no estudo desse conteúdo.**

Fonte: própria.

Aqui, podemos perceber uma tentativa de recontextualização quando o professor tenta elencar propriedades dos compostos iônicos, como a condutividade elétrica e a elevação do ponto de ebulição, como podem ser visto no trecho *“outra coisa, se sua mãe está preparando um arroz e imediatamente colocar o sal na água, ela vai demorar a alcançar o ponto de ebulição, isso vamos ver com mais detalhes em propriedades coligativas, que este conceito de ligação iônica”*. Portanto, pode-se perceber que o professor faz penas uma aproximação do conteúdo com a realidade do aluno, apontando algumas experiências cotidianas. Inferimos que isso pode ser consequência de o professor seguir exatamente os contextos ilustrados no LDs, já que de acordo com nossa análise realizada no tópico da TDE, percebemos que a noosfera costuma utilizar este exemplo do NaCl e citar que é comumente utilizado como sal de cozinha.

Além disso, o professor não faz uma relação verdadeira entre o conteúdo de ligações iônicas e o cotidiano do aluno, apenas cita um exemplo e afirma que vão estudar com mais detalhes a situação relatada quando iniciar o estudo de propriedades coligativas.

Ainda, o professor não mencionou em aula nenhuma figura de algum cientista que realizou estudo sobre o conteúdo de ligações iônicas, fato também observado na análise dos LDs. Não percebemos ocorrência de repersonalização em nenhum momento, o professor apenas utilizou uma abordagem direta, sem acréscimos para tornar mais próximo e de fácil compreensão para aluno, resultando em uma transposição fidedigna do conteúdo organizado pela noosfera. Porém, destacamos o momento em que o professor solicita a distribuição eletrônica para prever o tipo de ligação química realizada para completar octeto eletrônico.

Programabilidade

A Programabilidade consiste no estabelecimento de uma programação da aprendizagem seguindo uma sequência progressiva e racional. Para isso, a análise deste elemento na TDI procedeu-se por meio das seguintes questões guias: **Como o professor programou a transposição do conteúdo de ligação iônica? Quais conteúdos o professor utiliza para transpor o conteúdo relacionado à ligação iônica?** A partir disso, foi identificado e transcrito o recortes em que percebemos a presença deste elemento, no Quadro 17.

Quadro 17: Recorte da aula do Professor 1.

P: Oi crianças, Bom dia!

A_s: Bom dia professor.

P₁: Vocês lembram do conteúdo que vimos **nas aulas passadas né**, desse bimestre, **começamos por tabela periódica, depois vimos o diagrama de Pauling e distribuição eletrônica e expliquei um pouco rápido sobre regra do octeto. Semana passada teve introdução de ligações químicas**, vimos que átomos se ligam para formar substâncias, porém, faltou eu detalhar cada tipo de ligação (...) **hoje vou iniciar explicando o que é ligação iônica**, como ocorre, e relacionar com as aulas que já tivemos anteriormente. **Posteriormente um pouco sobre ligação covalente e metálica e fechamos o conteúdo por aqui, já que só temos duas aulas hoje e a próxima na sexta será apenas de exercícios.** Só pra vocês saberem existem outros tipos, **caso bimestre que vem dê tempo a gente vê, se não, só ano que vem** (...) certo? Então vamos começar! Sim, **só lembrando que semana que vem terá uma revisão, pois daqui a 15 dias é nossa avaliação.**

A_s: Certo.

P₁: Esse conteúdo é **um pouco complexo entender (...)** passamos duas aulas nesse conteúdo.

P₁: **Então crianças, o que vocês entendem por ligação iônica? O que é necessário para ocorrer uma ligação iônica?**

A₁: Tem que ter um Cátion, professor?

P₁: **Sim, mais precisa ter outra coisa. Lembram o conteúdo que estudamos na semana passada? Expliquei sobre a regra do octeto, com quantos elétrons um átomo se estabiliza, as exceções do Hidrogênio e Hélio.**

A₂: Professor, acho que estou lembrado (...) são não lembro a palavra!

P₁: **Vejam, para vocês compreenderem ligações iônicas, é preciso conhecer a família de cada um dos átomos que vão participar da ligação iônica. É preciso saber qual o grupo específico de cada um, que assim vocês vão ter uma boa noção de quantos elétrons determinado átomo tem na última camada.** A ligação iônica ocorre geralmente **entre ametais e metais**, pois os átomos desses grupos querem ficar com oito elétrons na camada de valência, ou seja, completar o octeto de acordo com a regrinha que vimos em aulas anteriores.

Fonte: própria.

Sobre a primeira questão guia que nos orientou na análise da TDI, é possível observar que o professor busca introduzir o conteúdo de ligação iônica realizando uma introdução sobre o que é ligação química de forma geral, como pode ser visto no trecho a seguir: *Semana passada teve introdução de ligações químicas, vimos que átomos se ligam para formar substâncias, porém, faltou eu detalhar cada tipo de ligação.* O professor estabelece o que é ligação química de forma mais abrangente e, logo após, afirma que vai detalhar cada tipo de ligação química que os alunos irão estudar, como pode ser visto no extrato da fala do professor a seguir: *hoje vou iniciar explicando o que é ligação iônica, como ocorre, e relacionar com as aulas que já tivemos anteriormente. Posteriormente um pouco sobre ligação covalente e metálica e fechamos o conteúdo por aqui.* O professor programa a transposição dos tipos de ligações química, iniciando a explicação pela iônica.

De acordo com a análise da TDE realizada nos LDs utilizados na escola entre os anos de 2009-2018, é possível inferir que o professor possivelmente segue a programação que a noosfera propõe quando organiza o texto do saber nas obras didáticas, já que a apresentação dos tipos de ligação inicia-se pela introdução sobre

o que é ligação química, e posteriormente é proposto o tópico/capítulo sobre o conteúdo de ligação iônica.

No recorte do Quadro 17, é possível observar que o professor inicia a programação do conteúdo, buscando saber o que os alunos pensam sobre o que é uma ligação iônica, como pode ser observado no trecho a seguir: *Então crianças, o que vocês entendem por ligação iônica? O que é necessário para ocorrer uma ligação iônica?* Após os alunos tentarem responder esta pergunta, o professor inicia a introdução de outros saberes que servirão de base para buscando facilitar a compreensão dos alunos na apresentação do novo conteúdo, como será destacado a seguir.

Em relação à segunda questão guia, é possível perceber que o professor dialoga com os alunos e busca lembrar conteúdos já estudados nos bimestres passados, como é possível observar no seguinte trecho: *nas aulas passadas né, desse bimestre, começamos por tabela periódica, depois vimos o diagrama de Pauling e distribuição eletrônica e expliquei um pouco rápido sobre regra do octeto.* Essa fala aponta para possíveis conteúdos científicos que servirão de base para a transposição e entendimento do conteúdo de ligação iônica. Isso fica claro no decorrer da aula, que o professor programou todo o percurso metodológico e discussão do conteúdo de ligação iônica em cima desses saberes anteriores, com o objetivo de ensinar um novo conteúdo.

O professor estabelece os principais conteúdos que os alunos devem aprender, em um processo que tem início, meio e fim, que será apresentado em um curto espaço de tempo, como pode ser visto no extrato da fala do professor a seguir: *já que só temos duas aulas hoje e a próxima na sexta será apenas de exercícios.* De acordo com Câmara dos Santos (1997), o professor tem que expandir ou restringir o tempo de cada saber, pensando no total de aulas que tem a sua disposição para os conteúdos, a depender da sua complexidade. Ainda, o tempo de aprendizagem do aluno pode ser influenciado pelo ritmo determinado pelo professor. Inferimos que as exigências do cumprimento do currículo fazem com que o professor precise avançar o conteúdo, ainda que os alunos possam precisar de mais tempo, em um embate entre o tempo de ensino, que o saber pode ficar em cena, e o tempo de aprendizagem dos estudantes e o próprio tempo do professor.

Publicidade

A publicidade está relacionada com a divulgação do saber e suas formas de apresentação. A análise deste elemento na TDI, procedeu-se a partir das seguintes questões guias: **Que parte do conteúdo é dada maior importância pelo professor? Qual a importância da aprendizagem dos conteúdos explicitada pelo professor?** A partir disso, foi identificado e transcritos os extratos da fala das personagens nos momentos em que percebemos a presença da publicidade, organizado no Quadro 18.

Quadro 18: Recorte da aula do Professor 1.

<p>P₁: Sim, tem como saber tranquilamente. Vocês se lembram de um conteúdo que estudamos há algumas semanas? diagrama de Pauling e distribuição eletrônica?</p> <p>A₂: Sim, lembro (+) é um pouco chato de fazer aquela distribuição, tem que decorar a sequência certinha, 1s², 2s², 2p⁶ ...?</p> <p>P₁: Nada de decorar, tem que entender (...) é só vocês fazerem a DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA E SEGUIR AS REGRINHAS QUE ESTUDAMOS PARA IDENTIFICAR EM QUAL PERÍODO E GRUPO ESTÁ E CONSEGUIR SABER QUANTOS ELÉTRONS TEM DE VALÊNCIA PARA PODER PROCEDER COM A LIGAÇÃO IÔNICA (...) e saber se é um cátion ou um ânion.</p> <p>A₄: Acho que entendi a lógica.</p> <p>P: Depois que vocês entenderem essa lógica fica tranquilo, pois vocês terão uma ideia do tipo de ligação química que o átomo pode fazer, SE TENDE A DOAR OU COMPARTILHAR OS ELÉTRONS DE VALÊNCIA PRA COMPLETAR O OCTETO.</p>

Fonte: própria.

Em relação à primeira questão guia, a parte que o professor deu maior importância ao conteúdo, foi no momento em que chamou a atenção dos alunos a aprenderem as regras de distribuição eletrônica de Linus Pauling, como pode ser visto no trecho a seguir: *distribuição eletrônica e seguir as regrinhas que estudamos para identificar em qual período e grupo está e conseguir saber quantos elétrons tem de valência para poder proceder com a ligação iônica*. Aqui é possível observar que o professor busca facilitar o entendimento do aluno para “descobrirem” quantos elétrons determinado elemento tem na camada de valência, para saberem se tem a tendência a doar ou receber os elétrons de valência. Isso pode ser notado no próximo extrato da fala do professor, destacado a seguir: *se tende a doar ou compartilhar os elétrons de valência pra completar o octeto*. A partir disso, depreende-se que o professor da maior importância às regras de distribuição eletrônica associando-a a regra do octeto como modelo explicativo de modo a transpor o conteúdo de ligação iônica.

Em relação à segunda questão guia, o professor não explicita para os alunos qual é a importância na aprendizagem do conteúdo de ligação iônica. Apenas

ressalta a importância no entendimento da distribuição eletrônica para compreender o conteúdo de ligação iônica.

No próximo tópico, está descrito os extratos da fala dos personagens em que identificamos a presença dos elementos da TDI e a análise de acordo com o aporte teórico utilizado.

Análise da Transposição Didática Interna da Escola de Pernambucano

A seguir, serão apresentados os recortes da aula do P2 e a análise dos trechos em que identificamos os elementos da transposição didática.

Dessincronização

A análise deste elemento da TDI procedeu-se a partir da seguinte questão: **Quais relações conceituais o professor realiza na transposição do conteúdo de ligação iônica?**

No Quadro 19, observamos extratos deste elemento na fala do professor, pois o docente tentou fazer com que os alunos revisitassem conteúdos vistos ao longo do ano, de modo a relacioná-los, para facilitar o entendimento do conteúdo que iniciava o processo de transposição.

Quadro 19: Recorte da aula do Professor 2.

P₂: Olhem, prestem atenção! **Para realizar as ligações**, eles obedecem, em sua maioria, e tem as exceções, ao **modelo conhecido como regra do octeto**, que é o seguinte: ao realizar uma ligação química, os átomos tendem a apresentar **oito elétrons na camada de valência, que é a camada mais externa** que já falei para vocês em outra aula, lembram?

A: Lembro sim, pelo menos isso.

P₂: Lembram que o átomo quando a gente faz a **distribuição eletrônica de Linus Pauling**, num tem aquela última camada, ela tem que ter oito elétrons, por isso octeto.

P₂: Vou fazer um que tem no livro didático de vocês, prestem atenção! **O sal de cozinha que tem na casa de vocês é uma substância iônica**, isso significa que ele é formado através de ligação iônica entre os átomos pra formar essa substância. No caso do sal de cozinha, ele é formado por dois elementos, que é o cloro e o sódio.

P₂: Como já vimos anteriormente, o cloro tem número atômico 17, o que significa que ele tem 17 elétrons, certo? Então o primeiro passo é fazer a distribuição eletrônica dele, que é a seguinte. $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$ e $3p^5$, já sabemos que sua cada de valência é $3s^2, 3p^5$, ou seja, tem 7 elétrons nela e nesse caso ele tende a receber elétrons, pois tem muitos, o que impossibilita de doar.

P₂: Vamos ver agora o sódio que tem número atômico 11, fazendo sua distribuição eletrônica, temos o seguinte: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^1$. Vejam, nesse caso a camada de valência dele é apenas o $3s^1$ que tem só um elétron nela, e que é muito mais fácil de doar e ficar com seu octeto completo.

P₂: Quando esses dois átomos forem se ligar iônica, o elétron que tem na cada de valência do sódio vai ser transferido para a camada de valência do cloro que já tem sete, **quando ele receber esse elétron, ele vai ficar com seu octeto completo e o sódio quando doar também vai ficar com seu octeto completo, e vão formar a substância NaCl, que é o sal de cozinha que temos em casa. Entenderam?**

Alunos: sim, agora ficou um pouco mais claro essas regras que temos que observar.

P₂: Show, vocês vão precisar aprender bem isso, por que quando for estudar outros assuntos, **esse conhecimento vai ser necessário, como por exemplo, em soluções, propriedades**

coligativas que vocês vão estudar no segundo ano (+) quero que vocês compreendam isso (...) que quem tem menos elétrons acaba perdendo ele e quem tem mais acaba ganhado elétrons, tranquilo? Por isso que o cloro ganhou e o sódio perdeu. Sim, e também, o cloro vai ficar negativo uma vez (Cl^-) e o sódio positivo uma vez (Na^+), e o elétron deixa de ser do sódio e passa a ser do cloro.

Fonte: própria.

Através do recorte selecionado, pode-se observar que o professor busca transpor o conteúdo de ligação iônica utilizando como modelo explicativo a regra do octeto associando a distribuição eletrônica de Linus Pauling, o que pode ser observado no seguinte trecho: *Para realizar as ligações, eles obedecem, em sua maioria, e tem as exceções, ao modelo conhecido como regra do octeto (...) distribuição eletrônica de Linus Pauling.* O professor utiliza o NaCl como um exemplo para explicar aos alunos como eles devem representar a ocorrência de uma ligação iônica, fazendo toda a distribuição eletrônica de ambos os elementos com o objetivo de fazer os alunos perceberem a quantidade de elétrons na última camada de valência de cada elemento, e para ter a quantidade de elétrons adequada ressaltou a regra do octeto para guiar os alunos no entendimento. No entanto, Lima et al (2018) afirmam que a regra do octeto é um modelo envelhecido biologicamente, como mencionado anteriormente. Ainda, durante seus estudos, Pauling (1965) não propôs o conteúdo a regra do octeto como caminho a ser seguido para entender como ocorre uma ligação iônica.

De acordo com a análise da TDE, foi possível perceber a sequência em que a noosfera organiza a apresentação do conteúdo, e a partir da observação do recorte da aula presente no Quadro 19, pode-se inferir que o professor segue exatamente o que está nos LDs, como por exemplo, no LD1, LD2 e no LD4 que foram utilizados pelos professores e alunos.

Recontextualização e Repersonalização

A análise destes elementos da TDI procedeu-se a partir das seguintes questões guias: **O professor apresenta alguma aplicação do conteúdo de forma a recontextualizá-lo? O professor aproxima o conteúdo estudado com o cotidiano do aluno? Que cientista o professor mencionou durante a transposição do conteúdo?** Diante disso, na aula em que o saber ligação iônica esteve em cena no jogo didático, selecionamos o recorte presente no Quadro 20. A partir da análise deste recorte referente a esses elementos da transposição didática,

conseguimos verificar na aula do professor uma tentativa de repersonalização e recontextualização do saber.

Quadro 20: Recorte da aula do Professor 2.

P₂: Então crianças, na química existem alguns tipos de ligação química (...) e que vamos ver agora de forma mais detalhada é a ligação iônica (...) nessa ligação, os elétrons de valência são transferidos. Pessoal, o que vocês entendem por transferência?

A₃: pode tirar de um canto e colocar em outro, é algo assim?

P₂: **Exatamente. Por exemplo, pensem na transferência bancária. Se eu transferir 100 reais para vocês, eu perco os 100 né? E vocês ganham né?**

Alunos: Isso professor.

P₂: Partindo dessa ideia, vocês precisam entender o que é um cátion e o que é um ânion (...) então na ligação iônica, há o átomo que perde e o outro que ganha o elétron. Nesse caso, ocorre a formação dos íons, que são partículas que apresentam cargas, e podem ser de dois tipos (...) os cátions são os íons carregados positivamente como, por exemplo, (X⁺) por que perderam elétrons. Na química é ao contrário, aqui se o átomo perde ele fica sempre positivo. Já os ânions quando ganha os elétrons ficam negativos (X⁻). Vejam, esse número que fica escrito na parte de cima do cloro (Cl⁻), significa que ele ganhou um elétron. Se fosse -2, quer dizer que ele ganhou 2 elétrons na cada de valência. Entenderam? E esse número +1 que fica no X quer dizer que ele perdeu um elétron.

P₂: Vejam essa observação: **Nas ligações iônicas, os íons estão formados por estrutura de retículo cristalino, no caso do sal, antes dele ser um pó, que é o sal de cozinha que a mãe de vocês utiliza quando vai preparar o feijão, por exemplo, antes é formado um cristal e sua estrutura de formação entre um átomo e outro é chamado de retículo cristalino. No retículo os íons estão formados, sendo separado em solução, por exemplo, quando é adicionado na água, pelo processo de ionização. Então, quem estabelece ligação iônica quando está em solução sofre um processo de ionização. Entenderam?**

Fonte: própria.

Em relação às questões guias elemento da recontextualização, percebemos que o professor não aponta nenhuma relação/aplicação verdadeira do conteúdo de ligação iônica em um contexto que seja próximo do aluno. No entanto, ressaltamos uma tentativa do professor em recontextualizar o conteúdo, quando ele cita a utilização do sal, como pode ser visto no trecho a seguir: *Nas ligações iônicas, os íons estão formados por estrutura de retículo cristalino, no caso do sal, antes dele ser um pó, que é o sal de cozinha que a mãe de vocês utiliza quando vai preparar o feijão.* A partir desta tentativa de recontextualização, depreende-se que o professor utilizou os contextos que a noosfera selecionou e adicionou no LD4, por exemplo, que foi a obra utilizada pelo docente durante o processo de transposição do conteúdo. Essa tentativa de recontextualização se deu de forma muito rápida e, logo em seguida, o professor voltar a citar aspectos científicos de forma descontextualizada, colocando a discussão em termos distante dos alunos.

Em relação à questão guia do elemento repersonalização, observamos que o professor brinca com os aspectos estéticos do conteúdo, como pode ser visto no seguinte trecho: *“Exatamente. Por exemplo, pensem na transferência bancária. Se*

eu transferir 100 reais para vocês, eu perco os 100 né? E vocês ganham né?” Aqui, é possível perceber que o professor utiliza uma linguagem não-científica e associa a um exemplo que é mais comum no cotidiano do aluno, com o objetivo de dá uma nova roupagem ao saber, buscando que os alunos compreendam de forma mais simples, tornando-o o saber mais próximo do aluno. Repersonalizando o saber por que busca tornar o saber do aluno e recontextualizando porque busca aproximar o saber de algo próximo ao cotidiano do estudante. De acordo com Neves (2006) significa que o professor tentou tornar o saber público para todos, ou seja, universal.

Porém, após esse rápido momento de repersonalização, logo em seguida o docente volta a utilizar uma linguagem específica/técnica da química, quando começa a tentar levar o aluno a entender o que é um cátion e um ânion, em um processo de personalização do saber, colocando no cenário didático algo que é estranho para os alunos, tornando o saber mais restrito.

Programabilidade

Este elemento da transposição didática está relacionado à sistematização do conteúdo que o professor utiliza, de modo a facilitar o entendimento do aluno. Para isso, a análise deste elemento na TDI procedeu-se por meio das seguintes questões guias: **Como o professor programou a transposição do conteúdo de ligação iônica? Quais conteúdos o professor utiliza para transpor o conteúdo relacionado a ligação iônica?** A partir disso, foi identificado e transcrito o recortes dos extratos da fala do professor em que percebemos a presença deste elemento, no Quadro 21.

Quadro 21: Recorte da aula do Professor 2.

<p>P₂: Bom dia pessoal, como estão? (...) Lembram que há uns 20 dias estudamos sobre distribuição eletrônica, em como localizar um elemento na tabela periódica por essa distribuição? (+) E dos conteúdos que vimos no início do ano (+) que foram propriedades periódicas, modelos atômicos. Então, nas duas aulas de hoje vamos iniciar o estudo sobre as ligações químicas, que se dividem em ligação iônica, metálica e covalente (+) e para compreender bem este conteúdo, é preciso que vocês lembrem e revisem todo o conteúdo que já vimos desde o início do ano (+) que vou estar sempre voltando nesses conceitos quando estiver explicando o conteúdo de hoje. De início, quero saber o que vocês entendem quando escuta a palavra ligação iônica?</p>

Fonte: própria.

Em relação à primeira questão guia, observa-se que o professor dialoga com os alunos explicando e combinando o roteiro da aula, é possível perceber uma programabilidade destacada pelo docente na fala, a saber: *“nas duas aulas de hoje vamos iniciar o estudo sobre as ligações químicas, que se dividem em ligação*

metálica, covalente e iônica”. Aqui, percebemos que o professor busca organizar a sequência que irá progredir no tópico de ligações químicas, de modo a situar os alunos.

Assim como verificamos nas obras analisadas na parte da TDE, percebemos que o professor seguiu a mesma sequência programada nos LDs, iniciando pela introdução de ligação química e logo em seguida introduzindo o conteúdo de ligação iônica, como destacado a seguir: *Então, nas duas aulas de hoje vamos iniciar o estudo sobre as ligações químicas, que se dividem em ligação iônica, metálica e covalente*. Essa organização na apresentação do conteúdo de ligação iônica antes da covalente foi verificada nas obras analisadas, e a partir disso, é possível inferir que o professor também adota o mesmo percurso organizado pela noosfera. Em um segundo momento, é possível perceber que o professor para introduzir um novo conteúdo, afirma que vai utilizar outros saberes já transpostos para os alunos, como pode ser visto no seguinte trecho: *para compreender bem este conteúdo, é preciso que vocês lembrem e revisem todo o conteúdo que já vimos desde o início do ano*.

Sobre a segunda questão guia, percebemos que o professor busca que os estudantes relembrem conteúdos que já foram estudados em sala de aula, e é possível perceber isso quando o professor pede para os alunos lembrar-se dos conteúdos distribuição eletrônica, propriedades periódicas e modelos atômicos que estudaram nos bimestres anteriores. No seguinte trecho do discurso do docente: *“que vou estar sempre voltando nesses conceitos”* mostra a importância da programabilidade, que para o aluno compreender um novo saber, é necessário o discente ter compreendido outros saberes anteriores, como destaca Neves (2009) que a aquisição do saber se dê de uma maneira progressiva e racional. Melzer (2012) também aponta a importância da programabilidade, dando a ideia lógica de linearidade e crescente complexidade dos conteúdos abordados, ou seja, à medida que o professor avança nos conteúdos no decorrer do ano, um conteúdo serve de base para o entendimento de um novo saber.

No momento final, percebemos que o professor busca saber quais as concepções prévias dos alunos, no seguinte trecho: *De início, quero saber o que vocês entendem quando escuta a palavra ligação iônica?* Aqui o professor quer situar-se sobre o que os (as) aluno (as) pensa sobre o conteúdo para poder se organizar e progredir no estudo do conteúdo.

Publicidade

Este elemento da TD consiste nas formas que são utilizadas que o professor adota para explicar o desenvolvimento de determinado conteúdo, sistematizando, explicando qual a finalidade e necessidade de estudo. A análise deste elemento na TDI, procedeu-se por meio das seguintes questões guias: **Que parte do conteúdo é dada maior importância pelo professor? Qual a importância da aprendizagem dos conteúdos explicitada pelo professor?** No Quadro 22, selecionamos extratos da fala do professor no momento em que percebemos a utilização da publicidade no momento da transposição do conteúdo de ligação iônica.

Quadro 22: Recorte da aula do Professor 2.

P₂: **BORA REVISAR RAPIDAMENTE A DISTRIBUIÇÃO ELETRÔNICA DE LINUS PAULING, PARA AJUDAR A VOCÊS PERCEBEREM QUANTOS ELÉTRONS DETERMINADO ÁTOMO TEM NA CAMADA DE VALÊNCIA** (+) abram os cadernos (+) vamos fazer isso pensando já em ligação iônica (+) Por exemplo, **o cloro**, qual o número atômico dele?
 Alunos: 17
 P₂: **Então, quantos elétrons ele tem?**
 Alunos: 17, que é igual o número atômico.
 P₂: Como seria a distribuição eletrônica dele?
 Alunos: $1s^2, 2s^2, 2p^6, 3s^2$.
 P₂: Depois disso, como prossegue? **Vejam a sequência no diagrama que tem no caderno de vocês.**
 Alunos: agora é só colocar $3p^5$ pra chegar em 17.
 P₂: Certo, agora fechou. **Qual a última cada nessa distribuição?**
 Alunos: $3p^5$.
 P₂: Não só isso (...) lembrem-se das regras que vimos na aula passar. **SEMPRE QUE TERMINAR COM O ORBITAL P A GENTE SOMA COM OS ELÉTRONS DO ORBITAL S MAIS PRÓXIMO.**
 Alunos: Aaa (+) então é $3s^2, 3p^5$, né professor?
 P₂: Exatamente. Essa camada é chamada de que?
 Alunos: **Camada de valência.**
 P₂: Quantos elétrons tem na cada de valência?
 Alunos: 7.
 P₂: Então, significa que pra completar o octeto ele precisa de mais quantos elétrons?
 A₅: 1 elétron.
 P₂: Então, como ele tem 7 elétrons pra ele chegar em 8 e completar o octeto, precisa receber mais um elétron. Lembrem que na aula passada vimos que quando o átomo tem muitos elétrons na camada de valência, é muito mais fácil ele receber elétrons do que doar para outro, e assim estabelecer uma ligação química iônica, ou seja, uma união como vimos no início da aula, como o exemplo da aliança lembra?
 Alunos: Sim, sim professor.
 P₂: Agora vocês faz a mesma coisa para o átomo de sódio (...) seguindo o mesmo raciocínio.
 A₃: Professor / acho isso muito complicado pra entender esse assunto (+) ter que decorar todo esse diagrama e distribuição na sequência certa.
 P₂: Pessoal, **vocês não precisam decorar esse diagrama todo** (+) **VOCÊS TEM QUE ENTENDER A UTILIZAR ELE E TODAS AS REGRAS** (+) **O QUE QUER DIZER ESSAS LETRAS S, P, D E F** (+) **ESSES NÚMEROS QUE ESTÃO ESCRITOS NA PARTE DE CIMA DAS LETRAS E OS NÚMEROS QUE ESTÃO ESCRITOS NA FRENTE DAS LETRAS** (+) então, quando entenderem isso fica tranquilo de localizar **em que grupo e período o elemento está tabela periódica** (+) e com isso saber quantos elétrons tem na camada de

valência. Assim fica muito mais **fácil de compreender o conteúdo de ligações químicas no geral.**

Fonte: própria.

Em relação à primeira questão guia, observamos que a parte que o professor deu a maior importância, durante a transposição do conteúdo, de ligação iônica foram as regrinhas de distribuição eletrônica com o objetivo que os alunos conseguissem perceber quantos elétrons um elemento tem na camada de valência, como pode ser visto no trecho a seguir: *bora revisar rapidamente a distribuição eletrônica de Linus Pauling, para ajudar a vocês perceberem quantos elétrons determinado átomo tem na camada de valência.* A partir disso, o docente discorre exemplificando a distribuição eletrônica do cloro. Em um segundo momento, o professor dá ênfase quando ressalta a importância de saber as informações sobre os tipos de orbitais, a saber: *sempre que terminar com o orbital P a gente soma com os elétrons do orbital S mais próximo.*

Em outro momento da aula, o professor volta a dar mais importância as regras de distribuição eletrônica, como pode ser visto no seguinte trecho: *vocês tem que entender a utilizar ele e todas as regras (+) o que quer dizer essas letras s, p, d e f (+) esses números que estão escritos na parte de cima das letras e os números que estão escritos na frente das letras.* A partir disso, é possível inferir que o professor durante o processo de transposição do conteúdo passa mais tempo e dá maior importância as regras de distribuição eletrônica com o objetivo de “facilitar” o entendimento do conteúdo de ligação iônica para os alunos.

Em relação à segunda questão guia, não foi possível identificar na fala do professor indícios sobre a importância do estudo do conteúdo de ligação iônica para os alunos. No próximo tópico, apresentaremos algumas considerações sobre a análise dos dados construídos a partir da pesquisa realizada.

5 ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

As transformações que o saber é submetido desde quando se apresenta na forma de saber sábio até a escola, na manifestação do saber a ser ensinado e saber ensinado, é bastante perceptível na abordagem do conteúdo de ligação iônica. Muitas modificações foram identificadas a partir da análise da TDE e TDI.

Percebemos, por meio da análise do processo de TDE para o conteúdo de ligação iônica, que a noosfera demonstra um padrão na forma de apresentação do conteúdo. Associando o conteúdo de ligação iônica à distribuição eletrônica de Linus Pauling, a eletronegatividade e a regra do octeto, como resposta para justificar a ocorrência da ligação iônica.

Em relação à dessincretização, na análise da TDE, percebemos que os LDs propõem um início de discussão do conteúdo de ligação iônica de forma semelhante. A noosfera associou nos LD1, LD2 e LD4 a introdução da ligação iônica com a regra do octeto, que de acordo com a comunidade científica, é um conteúdo envelhecido biologicamente (LIMA et al., 2018). Apenas no LD3, a noosfera conduziu a discussão de ligação iônica associando a conteúdos de eletronegatividade, energia e atração eletrostática. A partir disso, pode-se inferir que ainda a noosfera insiste em pautar a discussão do conteúdo a partir da regra do octeto, mesmo sendo discutido na literatura que pode causar obstáculos na aprendizagem dos alunos (BODNER, 1991; TABER, 1994; TOMA, 1997).

Na recontextualização, percebemos que no processo de TDE é suprimida a história da construção do conteúdo de ligação iônica. Ainda nos LD1, LD2 e LD4, a noosfera não apontou nenhum contexto em que o conteúdo pudesse ser aplicado, apenas citando o exemplo do sal de cozinha, em uma tentativa de recontextualização. Apenas no LD3 a discussão discorreu dentro da temática chuva ácida. Isso é uma questão que pode dificultar o trabalho do professor se não for bem preparado, o docente acabar transpondo o conteúdo de uma forma descontextualizada, podendo dificultar a aprendizagem do aluno, uma vez que não é associado ao contexto que o discente e a escola estão inseridos.

Em relação à repersonalização, notamos que em nenhum dos LDs o cientista que supostamente propôs o conteúdo de ligação iônica não foi citado. Nesse sentido, Neves (2009) afirma que o ato de despersonalizar não implica a retirada da história na construção de um conteúdo científico. Diante disso, a noosfera não tem

se preocupado em mostrar os sujeitos que estão por trás da proposição de um conteúdo científico, apresentando-o de forma anônima, o que pode passar uma visão errada da ciência para os alunos, como se a ciência fosse algo perfeito sem erros.

Na Programabilidade, verificamos que os LDs analisados de forma geral, propõem uma organização dos conteúdos que antecedem ligação iônica de forma bem parecida. Como foi visto no LD1, LD2 e LD4 que apresentam o conteúdo de modelos atômicos, propriedades periódicas e o de ligação iônica em seguida. Apenas no LD3 é proposto uma organização maior dos conteúdos que são anteriores ao de ligação iônica. Notamos, também, que em todos os LDs as atividades sempre são propostas no final da apresentação do conteúdo.

Em relação à publicidade, observamos que no LD1 o conteúdo de ligação iônica não se aproxima daquele proposto por Linus Pauling (1965), o que pode causar obstáculos na aprendizagem dos alunos, caso o professor não mantenha uma vigilância epistemológica e perceba esse distanciamento entre os saberes. Nos LD2 e LD4 percebemos que o conteúdo se aproxima daquele proposto do Linus Pauling. Além disso, observamos um acréscimo nas obras, uma vez que o autor utiliza o sal de cozinha para explicar o conteúdo. No LD3 verificamos também um acréscimo, visto que questões de polaridade e intensidade foram utilizadas para explicar o conteúdo, relacionado com a eletronegatividade. Também, observamos uma supressão, uma vez que em nenhuma das obras o conteúdo de cargas de coulomb foi apresentado durante o estudo do conteúdo de ligação iônica.

Diante dessas considerações supracitadas, entendemos que isso pode influenciar no processo de ensino e aprendizagem do conteúdo ligações iônicas, caso o professor não mantenha uma vigilância epistemológica, de modo a evitar o distanciamento dos saberes em um processo de TDE. Na análise da TDI, percebemos que os professores costumam seguir exatamente o que é proposto pela noosfera nos LDs.

Em relação à dessincretização na TDI, observamos que os docentes fazem uso das mesmas relações conceituais, a saber: distribuição eletrônica, eletronegatividade e associam a discussão a regra do octeto. Desta forma, como afirma Lopes (1991), que o LD é uma ferramenta que influencia no processo de ensino e aprendizagem, isso foi observado, visto que os professores seguiram o que foi proposto nas obras.

Na recontextualização, também notamos que os docentes utilizaram o exemplo do sal de cozinha para tentar recontextualizar o estudo do conteúdo. Isso pode ter acontecido pelo fato de os LDs não abordar contextos diversos, sendo citado apenas este exemplo, suprimindo o contexto de pesquisa em que o autor investigou e propôs a teoria. Também, na repersonalização, percebemos que os docentes não citaram a figura de nenhum cientista durante o estudo do conteúdo.

No elemento da programabilidade, notamos que os professores realizaram a mesma sequência lógica para introduzir o conteúdo de ligação iônica, fazendo uso dos conteúdos estudados nos bimestres anteriores. Isso pode ter acontecido, devido o professor ter seguido à risca os conteúdos da forma que estão propostos nos LDs. Também, observamos que os docentes utilizam pouco tempo para transpor o conteúdo de ligação iônica, o que pode influenciar na aprendizagem dos alunos. De acordo com Câmara dos Santos (1997), o tempo que em que conteúdo fica em cena no jogo didático é associado ao conhecimento que o professor tem sobre o conteúdo: se for um tópico que o professor tem mais conhecimento, mais exemplos ele utilizará, mais discussões serão realizadas e o trabalho nos intramuros da sala de aula se constitui de forma diferente.

Na publicidade, percebemos que os professores dão uma maior importância na distribuição eletrônica e as regras de identificação dos átomos de elementos na tabela periódica. Isso pode ter acontecido porque, nos LDs que os docentes estavam usando no momento, a noosfera propôs o ensino do conteúdo de ligação iônica partindo dessas regras. Também, notamos que nenhum dos docentes explicou aos alunos a importância de estudar o conteúdo de ligação iônica. Inferimos que isso possa ter acontecido também por a importância não ser explicada nos livros didáticos analisados.

De forma geral, constatamos que os professores, mesmo tendo períodos de experiência diferente no EM, discorreram com uma linha de raciocínio semelhante na transposição do conteúdo de ligação iônica. Isso pode ter acontecido pelo motivo dos docentes seguirem exatamente o que está proposto nos livros didáticos.

Diante do exposto, vimos que a noção de transposição didática é uma ferramenta que permite a análise dos processos de modificações do saber nas duas etapas da TD e nas três esferas do saber, como afirma Chevallard (1991). Ainda, possibilita aos professores que estão em processo final de formação inicial, perceber sobre quais modificações eles enfrentarão ao iniciarem sua carreira como docente

com um público que será apresentado o saber a ser ensinado, ou seja, produto da TDE. Isso serve para alertar o professor em formação inicial a importância de manter a vigilância epistemológica, com o objetivo de transpor o conteúdo de forma que não ocorra um distanciamento demasiado entre os três saberes da TD.

Pretendemos em trabalhos futuro, ampliar a investigação da transposição didática do conteúdo de ligação iônica no contexto do Ensino Superior, para verificarmos como os futuros professores estão sendo “formados” para transpor este conteúdo no contexto do EM.

Por fim, ressaltamos a importância de pensar outras abordagens diversa a aquelas apresentadas no LDs e utilizadas pelos professores nas salas de aula, com o objetivo de transpor uma informação mais coerente daquela afirmada cientificamente, de modo a tentar amenizar os obstáculos na aprendizagem dos alunos.

REFERÊNCIAS

ASTOLFI, J. P. **Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas**. Sevilha: Díada editora, 2001.

BELEI, R. A.; PASCHOAL, S. R. G.; NASCIMENTO, E. N.; MATSUMOTO, P. H. V. R. O Uso de Entrevista, Observação e Videogravação em Pesquisa Qualitativa. **Cadernos de Educação**, n.30, p. 187–199, 2008.

BRASIL. MEC. **Definição de critérios para avaliação dos livros didáticos**. Brasília, 1994.

BRASIL, Ministério da Educação. **Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas para o programa nacional do livro didático - PNLD 2010**. Ensino Médio.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. **Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas para o programa nacional do livro didático – PNLD, 2012**. Ensino Médio.

BRASIL, Ministério da Educação. **Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de Obras didáticas para o Programa Nacional do Livro Didático – PNLD 2013**. Ensino Médio.

BRASIL, Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. **Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas para o programa nacional do livro didático – PNLD, 2015**. Ensino Médio.

BRASIL, Ministério da Educação. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE. **Edital de convocação para inscrição no processo de avaliação e seleção de obras didáticas para o programa nacional do livro didático PNLD 2016**. Ensino Médio.

BRASIL. Edital de Convocação 04/2015 – CGPLI. Ministério da Educação / Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação / Secretaria de Educação Básica. **Edital de convocação para o processo de inscrição e avaliação de obras didáticas para o programa nacional do livro didático - PNLD 2018**.

BRITO MENEZES, A. P. A. **Contrato Didático e Transposição Didática: Interrelações entre os Fenômenos Didáticos na Iniciação à Álgebra na 6ª série do Ensino Fundamental**. Recife, 2006. Tese (Doutorado em Educação). UFPE, 2006.

BODNER, G.M. **I have found you an argument**. *Journal of Chemical Education*, v. 68, p. 385-388, 1991.

BROWN, T. L.; LEMAY, H. E.; BURSTEN, B. E. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002. 952 p. ISBN 85-87918-42-7

CÂMARA DOS SANTOS, M. O Professor e o tempo. **Tópicos Educacionais**, v. 15, n. 1/2, p.105-116, 1997.

CAMPO, C; CACHAPUZ, A. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. **Química nova na Escola**, n. 6, 1997.

CARVALHO, A. B. S. **Leituras e usos do livro didático de História: relações professor-livro didático nos anos finais do ensino fundamental**. 2009. 120 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2009.

CHEVALLARD, Y. **La Transposition Didactique**. Grenoble: La pensée Sauvage, 1991.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado**, Tradução: Claudia Gilman. 3. ed. Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2005.

COSTA, E. de O.; LIMA, RC dos SANTOS. A importância dos livros didáticos no ensino de Química: Uma análise dos livros de Química na escola estadual Orlando Venâncio dos Santos. **Anais do II CONEDU**, 2015.

DE PERNAMBUCO, Estado. Parâmetros para a Educação Básica do Estado de Pernambuco. 2013.

DIEHL, Astor Antônio; TATIM, Denise Carvalho. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice-Hall, 2004.

FERNANDEZ, C.; MARCONDES, M. E. R. Concepções dos estudantes sobre Ligação Química. **Química Nova na Escola**, v.24, n.2, p.20-24, 2006.

FERREIRA, R. **Os átomos e sua estabilidade**. Livro um curso de química 1 (2ª edição) editora Harbra, São Paulo, 1962.

GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**. Bauru, 2001, v.7, n.2, p.125-153.

GUIMARÃES, C. C. **Ligação química: do saber sábio ao LD**. Salvador, 2009. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). UFBA, 2009.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 10ª ed. São Paulo: Perspectiva, 2011.

LIMA, M. I. S.; SILVA, F. C. V.; SIMÕES NETO, J. E.; MELZER, E. E. M. A TDdo Conteúdo Ligações Iônicas: Observando o Envelhecimento Biológico do Saber. In: **Reflexões em Ensino das Ciências**, Ponta Grossa: Atena, 2018.

LIMA, F. S.C.; ARENAS, L. T.; PASSOS, C. G.; A METODOLOGIA DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: UMA EXPERIÊNCIA PARA O ESTUDO DAS LIGAÇÕES QUÍMICAS. **Quim. Nova**. vol.41, n.4, p.468-475. ISSN 0100-4042, 2018.

LOPES, A. R. C. Livros didáticos: obstáculos ao aprendizado da ciência química. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.24, p.254-281, 1992.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da Educação**. Ed. Cortez, São Paulo - SP, 1990.

MARCUSCHI, L. A. **Análise da conversação**. São Paulo: Ática, 1986.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibelle C. (ed.) **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no ensino**. Livraria da Física, São Paulo, 2006.

MATTEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Cad. Cat. Ens. Fís.**, v. 12, n. 3: p. 164-214, dez. 1995.

MELZER, E. E. M. **Do saber sábio ao saber a ensinar: a TDdo conteúdo modelo atômico de livros de química (1931-2012)**. Curitiba, 2012. Dissertação (Mestrado Educação em Ciências e em Matemática). UFPR, 2012.

MONTENEGRO, P. P. **Letramento Científico: o despertar do conhecimento das Ciências desde os anos iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília, julho de 2008.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H.; ROMANELLI, R.I. A proposta curricular de Química do estado de minas gerais: fundamentos e pressuposto. **Química Nova**, 23(2), 2000. p.274.

MORTIMER, E. F.; MOL, G.; DUARTE, L. P. **Regra do octeto e teoria da Ligação Química no Ensino Médio: Dogma ou Ciência?** *Química Nova*, v. 17, n. 3, p. 243-252, 1994.

MORTIMER, E. F. **A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário**. Em *Aberto*, v. 7, n. 40, p. 25-41, 1988.

NEVES, K. C. R. Um exemplo de Transposição Didática: o caso das Matrizes. **Dissertação de Mestrado**. Centro de Ciências Exatas. UEM, 2009.

PAULING, L. **Unione químicas y la estructura de moléculas e cristales**: uma introducción a la química estructural moderna. Buenos Aires: Kapelusz, 1965.

NUÑEZ, I. B., RAMALHO, B. L., SILVA, K. P., CAMPOS, A. P. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do ensino de Ciências. **Revista Iberoamericana de Educación**, v. 33, n. 1, p. 1-11, 2003.

OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ, G. R. P. C. Entre conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais: os desafios e possíveis caminhos para uma formação humanizada dos(as) professores(as) de Química. In: NUNES, A. O.; DANTAS; J. M.

(Org.). **Educação Química & Licenciatura: propostas e reflexões**. São Paulo, Livraria da Física, 2018.

PEREIRA JÚNIOR, C. A.; AZEVEDO, N. R.; SOARES, M. H. F. B. **Proposta de ensino de Ligações Químicas como alternativa a regra do octeto no Ensino Médio: diminuindo os obstáculos para aprendizagem do conceito**. In: Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, 2010.

PINHO ALVES, J. **Atividades Experimentais: do método à prática construtivista**. Tese de Doutorado. CED-UFSC, 2000.

SANTOS, S. M. O. **Critérios para avaliação de livros didáticos de química para o Ensino Médio**. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências). UB, 2006.

SANTOS, S. M. O.; MOL, G. S. **PLANILHA PARA AVALIAÇÃO DE LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA PARA O ENSINO MÉDIO: UM INSTRUMENTO DE AUXÍLIO AO PROFESSOR**. In VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciência, Bauru, 2005.

SANTOS, L.M; PINHEIRO, B.C.S; BELLAS, R.R.D. **Modelos em Química: o ensino de ligação química**. In Anais do IX Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC). Florianópolis, 2017.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa no ensino de química e a importância da Química Nova na Escola. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 20, p. 49-54, 2004.

SILVA, P. N.; SILVA, F. C. V.; SIMOES NETO, J. E. A transposição didática do conteúdo equilíbrio químico molecular. **Acta Scientiae**, v. 19, n. 6, p. 977-995, 2017.

SILVA, P. N.; SILVA, F. C. V.; SIMOES NETO, J. E. **Transposição didática e a abordagem do conteúdo equilíbrio químico molecular na sala de aula**. In: Anais do XI Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC). Florianópolis, 2017

SILVA, P. N.; SOUZA, L. O; SILVA, F. C. V.; SIMOES NETO, J. E. **A transposição didática do conteúdo propriedades periódicas dos elementos químicos**. In: XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química, Florianópolis, 2016.

SILVEIRA JÚNIOR, C.; LIMA, M. E. C. C.; MACHADO, A. H. **Abordagem de ligações químicas em livros didáticos de ciências aprovados no PNLD 2011**. In: Anais do VIII Encontro de Pesquisa em Educação em Ciências (VIII ENPEC). Campinas, 2011.

SOARES M. B. **Novas práticas de leitura e escrita: letramento na Cibercultura**. Educação e Sociedade: dez. 2002, v. 23. n. 81, p. 141-160.

TABER, K. S. Misunderstanding the ionic bond, **Education in Chemistry**, 31, 100-103, 1994.

TOMA, H. E. Ligação Química: abordagem clássica ou quântica? **Química Nova na Escola**, n. 6, p. 8-12, 1997.

VIDAL, P. H. O; PORTO, P. A. A história da ciência nos livros didáticos de química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.

APÊNDICE I

Todos os participantes receberão uma cópia assinada deste formulário de consentimento.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, como indivíduo dessa pesquisa, afirmo que fui devidamente orientado (a) e esclarecido (a) sobre o objetivo e a finalidade da pesquisa, os procedimentos a serem realizados, bem como a utilização dos dados nela obtidos. Esses dados poderão ser utilizados para a pesquisa e para publicações posteriores, desde que a confidencialidade seja garantida. Por isso aceito participar das atividades da pesquisa intitulada **ANÁLISE DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DO CONTEÚDO DE LIGAÇÃO IÔNICA NO CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO DO SERTÃO DO PAJEÚ**.

Assinatura do (a) participante _____

Data: ____/ ____/ 2018

Telefone: () _____

E-mail: _____

Assinatura do (a) pesquisador (a): _____

Data: ____/ ____/ 2018

PESQUISADORES (AS)

MARCELO IGOR DOS SANTOS LIMA.

Aluno de Graduação da UAST/UFRPE – Licenciatura Plena em Química. Contatos: lima.igorms@gmail.com / (87) 996219542.

FLÁVIA CRISTIANE VIEIRA DA SILVA.

Professora Assistente da UAST/UFRPE - Licenciada em Química, Doutora em Ensino das Ciências (UFRPE). Contatos: flavia.vsilva@ufrpe.br / (81) 998401564.