

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANDRÉIA ANDREÓLI SILVESTRE

**A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO NA TEORIA DO
ENSINO DESENVOLVIMENTAL: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO
DE QUÍMICA**

GOIÂNIA
2017

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: ☒ **Dissertação** ☐ **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

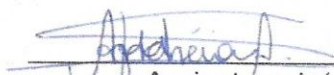
Nome completo do autor: Andréia Andreóli Silvestre

Título do trabalho: A formação do pensamento teórico na teoria do ensino desenvolvimental: contribuições para o ensino de Química.

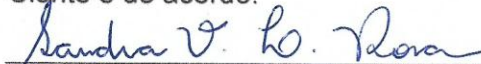
3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento ☒ **SIM** ☐ **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.


Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:


Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 10 / 11 / 2017

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

² A assinatura deve ser escaneada.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

ANDRÉIA ANDREÓLI SILVESTRE

**A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO NA TEORIA DO
ENSINO DESENVOLVIMENTAL: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO
DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada para defesa ao Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Goiás para a obtenção do título de Mestre em Educação. Linha de Pesquisa: Formação, Profissionalização Docente e Trabalho Educativo. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Sandra Valéria Limonta Rosa.

GOIÂNIA
2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Andreóli Silvestre, Andréia

A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO NA TEORIA DO
ENSINO DESENVOLVIMENTAL: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO
DE QUÍMICA [manuscrito] / Andréia Andreóli Silvestre. - 2017.
CXXV, 125 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Sandra Valéria Limonta Rosa.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás,
Faculdade de Educação (FE), Programa de Pós-Graduação em Educação,
Goiânia, 2017.

Bibliografia. Apêndice.

Inclui siglas, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Ensino de Química. 2. Teoria histórico-cultural. 3. Teoria do
ensino desenvolvimental. I. Valéria Limonta Rosa, Sandra, orient. II.
Título.

CDU 37

ATA DA REUNIÃO DA BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE ANDRÉIA ANDREÓLI SILVESTRE – Aos dezoito e um dias do mês de outubro do ano de dois mil e dezessete (18/10/2017), às 9h, reuniram-se os componentes da Banca Examinadora: **Prof.^a Dr.^a Sandra Valéria Limonta Rosa**, orientadora, doutora em Educação pela UFG; **Prof.^a Dr.^a Jane Darley Alves dos Santos**, doutora em Química pela UFG, **Prof.^a Dr.^a Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar**, doutora em Educação pela PUC/GO e **Prof. Dr. Tadeu João Ribeiro Baptista** doutor em Educação pela UFG, para, sob a presidência da primeira e em sessão pública realizada nas dependências da Faculdade de Educação, procederem à avaliação da defesa da dissertação intitulada: **“A formação do pensamento teórico na teoria do ensino desenvolvimental: contribuições para o ensino de Química”**, em nível de Mestrado, área de concentração em **Educação**, de autoria de **Andréia Andreóli Silvestre**, discente do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Goiás. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.^a Dr.^a Sandra Valéria Limonta Rosa que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da dissertação que, em 20 minutos, procedeu à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da Banca arguiu a examinanda, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. Tendo-se em vista o que consta na Resolução nº 1063/2011 do Conselho de Ensino, Pesquisa, Extensão e Cultura (CEPEC), que regulamenta o Programa de Pós-Graduação em Educação e procedidas às correções recomendadas, a dissertação foi **APROVADA** por unanimidade, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM EDUCAÇÃO**, pela Universidade Federal de Goiás. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega da versão definitiva da dissertação na secretaria do Programa. Cumpridas as formalidades de pauta, às 13h a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de dissertação e, para constar, eu, Adenilde de Oliveira Souza, Secretária do Programa de Pós-Graduação em Educação, lavrei a presente ata, que depois de lida e aprovada será assinada pelos membros da Banca Examinadora em três vias de igual teor.


Prof.^a Dr.^a Sandra Valéria Limonta Rosa
Presidente – PPGE/FE/UFG


Prof.^a Dr.^a Jane Darley Alves dos Santos
Membro -UFG


Prof.^a Dr.^a Adda Daniela L. Figueiredo Echalar
Membro -UFG


Prof. Dr. Tadeu João Ribeiro Baptista
Membro -PPGE/FE/UFG

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida e da fé, que mesmo nos dias difíceis longe da família e na doença, me deu forças para recuperar e continuar. Ao meu filho Caio Eduardo Andreóli do Amaral, “in memoriam”, que lá do céu sempre olhou por mim, me protegendo, me amando, me dando forças para prosseguir e por ter dado a oportunidade de me ensinar o que é lutar pela vida ao seu lado.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Sandra Valéria Limonta Rosa, que nunca desistiu de mim e mesmo nas dificuldades me incentivou e contribuiu para a minha evolução com sua enorme paciência, atenção e dedicação. Ao grande trabalho de formação realizado por ela como coordenadora do grupo de pesquisa do TRABEDUC, que me fez crescer enquanto pesquisadora e me motivou a realizar a pesquisa com êxito.

Ao Instituto Federal de Mato Grosso e à Universidade Federal de Goiás, que juntas me proporcionaram a realização de um sonho, o de buscar formação em um Programa de Pós-Graduação com ótimos profissionais. Assim, agradeço a todos os servidores das duas instituições que contribuíram de forma direta ou indireta para que eu conseguisse terminar esta formação, em especial a todos os professores que cruzaram a minha vida desde a Escola Técnica Federal (hoje IFMT) e aos da UFG, que contribuíram para a minha evolução enquanto ser humano, estudante, técnica e professora.

Aos professores participantes da banca, Prof. Dr. Tadeu João Ribeiro Baptista e a Prof.^a Dr.^a Jane Darley Alves dos Santos, pela grande contribuição que deram, principalmente na qualificação que orientaram de forma serena, me transmitindo tranquilidade e confiança para a defesa.

À minha linda família, em especial pai e mãe que sempre acreditaram em meu potencial, me apoiando desde a infância, mesmo nos momentos em que o lado financeiro não era favorável, sempre se desdobraram para comprar livros, para comprar alimentos quando eu passava o dia todo na escola ou na universidade. À minha querida irmã Edriana, que sempre me incentivou a crescer intelectualmente com seu grande exemplo de ter sido a primeira da família a estudar em uma universidade federal, que me ajudou a conseguir o primeiro emprego e me ajudou por anos a ter acesso à internet, telefone e computador da sua casa. Aos meus irmãos Ronaldo e Emerson, que sempre torceram por mim e me incentivaram na minha

trajetória de estudos. Ao meu cachorro Zeus, sempre ao meu lado enquanto eu estudava, entre “conversas”, brincadeiras, carinho e companheirismo.

À minha comadre e amiga Milena Athie, que sempre esteve ao meu lado desde 2007 nos momentos mais felizes e tristes até hoje, sempre dando o ombro amigo para que eu me fortalecesse e caminhasse para esta vitória. Ao restante dos amigos que tiveram paciência e compreensão quando deixei de ir a aniversários, encontros ou eventos que pudéssemos nos ver, em especial: Julianne, Marliane, Madrinha Solange, Kamilla, Karolzinha, Melina, Fernanda, Micheli e Adriano.

Aos amigos que fiz neste mestrado que em muitos momentos, tanto em Goiânia quanto nos grupos de rede social, me fizeram sorrir mesmo nos momentos em que eu achava que não fosse conseguir; em especial à Edna Sousa, um anjo que Deus escolheu para que eu dividisse experiências, algumas tristezas e muitas felicidades, moramos juntas em Goiânia, dividimos a mesma orientadora e construímos as mesmas bases teóricas para o nosso trabalho, tudo isso só me proporcionou crescimento. A você, Edna, minha amizade e gratidão.

Aos eternos professores que marcaram minha vida contribuindo para que eu chegasse até aqui: Heloísa (1ª série), Eliana (3ª série), Neide (8ª série), Kátia, Marisa, Olga, Fátima (Ensino Médio), Marilú, Eliane, Elvirinha, Elaine, Josias, Both (Ensino Técnico), Werner, Uir, Irene, Elane (Ensino Superior), Sandra, Diane (Pós-Graduação).

RESUMO

Esta pesquisa se vincula à Linha de Pesquisa: Formação, Profissionalização Docente e Trabalho Educativo e tem como objeto as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química no Ensino Médio. Partimos do pressuposto de que a função social primordial da escola é o ensino dos conhecimentos acumulados historicamente pela humanidade, sintetizados na Ciência, na Arte e na Filosofia, e que esses conhecimentos, sob a forma de conceitos científicos, têm um papel fundamental no processo de desenvolvimento humano. Fundamentando-nos na teoria histórico-cultural do desenvolvimento e na teoria do ensino desenvolvimental de Vassili Vassilievitch Davidov (1982, 1987, 1988, 2003), entendemos que o ensino escolar que promove a aprendizagem e o desenvolvimento é aquele organizado de forma a instigar a formação do pensamento teórico dos estudantes. A pesquisa tem como principal objetivo identificar e analisar as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química no Ensino Médio, buscando compreender os fundamentos pedagógico-didáticos desta teoria por meio da realização de um experimento didático-formativo com alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Cuiabá-MT. A metodologia utilizada nesta pesquisa consiste na realização de um experimento didático-formativo, tomando como objeto de ensino e aprendizagem o conteúdo substâncias e materiais. O resultado concreto do experimento se deu, no decorrer do processo das ações desenvolvidas, pelas interações entre os grupos, interação da professora com os grupos e pela interação com a turma de maneira geral. A realização do experimento didático-formativo nos permitiu acompanhar e compreender melhor como se dá o complexo processo de aprendizagem dos conceitos científicos, bem como identificar e analisar determinadas contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para a organização do ensino de Química. Os alunos ao final do experimento desenvolveram a formação de um pensamento criativo que foi construído a partir do processo histórico sobre materiais e substâncias, o que denotou maior autonomia dos alunos perante a utilização desses conhecimentos em situações problemas que os mesmos não possuíam no início do experimento.

Palavras-chave: Ensino de Química. Teoria histórico-cultural. Teoria do ensino desenvolvimental.

ABSTRACT

This research is linked to the Research Line: Training, Teaching Professionalization and Educational Work and has as its object the contributions of the theory of developmental teaching for teaching Chemistry in High School. We start from the assumption that the primary social function of the school is the teaching of the knowledge historically accumulated by humanity, synthesized in Science, Art and Philosophy and that this knowledge in the form of scientific concepts, plays a fundamental role in the process of human development. Based on the historical-cultural theory of development and Vassili Vassilievitch Davidov's (1982, 1987, 1988, 2003) developmental theory of developmental teaching, we understand that school education that promotes learning and development is organized in a way that instigates students' theoretical thinking. The main objective of this research is to identify and analyze the contributions of the theory of developmental teaching to the teaching of Chemistry in High School. Seeking to understand the pedagogical-didactic foundations of this theory through the accomplishment of a didactic-formative experiment with students of the first year of High School of a public school in Cuiabá-MT. The methodology used in this research consists in the accomplishment of a didactic-formative experiment, taking as object of teaching and learning the substances and materials' content. The concrete result of the experiment was the interaction of the teacher with the groups and the interaction with the group in general. The accomplishment of the didactic-formative experiment allowed us to follow and understand better how the complex process of learning of the scientific concepts takes place, as well as to identify and analyze certain contributions of the theory of developmental teaching to the organization of the teaching of Chemistry. The students at the end of the experiment developed the formation of a creative thought that was constructed from the historical process on materials and substances, which denoted the students greater autonomy in the use of this knowledge in situations that they did not have at the beginning of the experiment.

Keywords: Chemistry Teaching. Historical-cultural theory. Developmental teaching theory.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição das dissertações e teses em função dos focos temáticos.....	50
Figura nº 2 - Modelo criado pelo grupo de nº1 sobre a ideia de material e substâncias.....	99
Figura nº 3 - Modelo criado pelo grupo de nº2 sobre a ideia de material e substâncias.....	100
Figura nº 4 - Modelo criado pelo grupo de nº3 sobre a ideia de material e substâncias.....	101
Figura nº 5 - Representação gráfica criada pelos 3 grupos (1, 2 e 3) respectivamente.....	104

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Ano/Instituições e/ou cursos criados na área da Química no Brasil.....	36
Quadro 2 – Programas de Pós-Graduação da Região Centro-Oeste.....	43-44
Quadro 3 – Dissertações e teses sobre o ensino de Química produzidas na Região Centro-Oeste no período de 2011 a 2015.....	45-49
Quadro 4 – Respostas do Grupo 1 para a primeira operação da primeira ação de estudo.....	89
Quadro 5 – Respostas dos estudantes referentes à terceira operação da primeira ação de estudo.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de dissertações e teses sobre o ensino de Química produzidas na Região Centro-Oeste no período de 2011 a 2015.....	45
--	----

LISTA DE SIGLAS

ABQ- Associação Brasileira de Química

BTD- Banco de Teses e Dissertações

CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

DCNEM- Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

DEQ- Divisão de Ensino de Química

ECODEQ- Encontro Centro-Oeste de Debates sobre o Ensino de Química

EDEQ- Encontro de Debates sobre o Ensino de Química

ENEQ- Encontro Nacional do Ensino de Química

ENNEQ- Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química

ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências

ESEQ- Encontro Sudeste de Ensino de Química

IFG- Instituto Federal de Goiás

IFMT- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

LDB- Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC- Ministério da Educação

PCNs –Parâmetros Curriculares Nacionais

RASBQ- Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química

REAMEC- Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática

RUF-Ranking Universitário Folha

SBQ- Sociedade Brasileira de Química

TEDE- Sistema de publicação eletrônica de teses e dissertações

TRABEDUC – Grupo de Estudos e Pesquisas Trabalho Docente e Educação Escolar

UEG- Universidade Estadual de Goiás

UEMS- Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul

UFG- Universidade Federal de Goiás

UFMS- Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

UFMT-Universidade Federal de Mato Grosso

UNB- Universidade de Brasília

UNEMAT- Universidade Estadual de Mato Grosso

UNIC- Universidade de Cuiabá

URSS- União das Repúblicas Soviéticas

USP- Universidade de São Paulo

ZDP- Zona de Desenvolvimento proximal

.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO I - ENSINO DE QUÍMICA: HISTÓRIA, CONCEPÇÕES E PERSPECTIVAS.....	23
1.1 O desenvolvimento histórico da Química como ciência.....	23
1.2. A história da Química no Brasil.....	29
1.3. A produção acadêmica sobre o ensino de Química na Região Centro-Oeste: concepções e perspectivas.....	42
CAPÍTULO II - ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO: FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS, PSICOLÓGICOS E PEDAGÓGICOS PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NO ENSINO DE QUÍMICA.....	52
2.1 Fundamentos psicológicos da teoria do ensino desenvolvimental: pensamento e palavra, conceitos espontâneos e conceitos científicos e atividade de estudo.....	52
2.2 Fundamentos pedagógicos da teoria do ensino desenvolvimental: atividade de estudo e a organização do ensino por meio das tarefas de estudo.....	66
CAPÍTULO III - CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA.....	75
3.1 O experimento didático-formativo como metodologia de pesquisa do ensino dos conteúdos escolares.....	76
3.1.1 A escolha do conteúdo “materiais e substâncias”.....	78
3.2 O campo de realização do experimento didático-formativo e seus sujeitos.....	82
3.3 Apresentação e análise do experimento didático-formativo.....	84
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	108
REFERÊNCIAS.....	112
APÊNDICES.....	118
APÊNDICE A.....	119
APÊNDICE B.....	122
APÊNDICE C.....	124
APÊNDICE D.....	125

INTRODUÇÃO

Desde quando iniciei minha trajetória profissional como técnica em Química no Instituto Federal de Educação Tecnológica de Mato Grosso (IFMT), sempre me senti realizada, pois continuei presenciando nos laboratórios, que são meus locais de trabalho, muitas práticas do ensino que me lembravam os conteúdos estudados e me faziam aprender novos conceitos e novas formas de ensinar esta disciplina. Na Escola Estadual André Luiz da Silva Reis, onde trabalho como professora de Química há 14 anos e onde realizei o experimento didático-formativo desta pesquisa, enfrentava uma situação difícil, pois a escola não conta com um laboratório, mas, mesmo com muitas dificuldades, acreditava também que estava ensinando os conceitos científicos para os estudantes.

Ao chegar ao mestrado, uma (des)construção de tudo aquilo que eu acreditava já saber sobre o ensino de Química começou a acontecer e certos aspectos da minha formação começaram a ser questionados, pois até então acreditava que já havia aprendido tudo o que era necessário sobre os conceitos de Química e trabalhava com o que parecia ser o mais importante: as práticas de ensino em laboratório.

O trabalho realizado no IFMT e em sala de aula, na Escola Estadual, me colocava diante de um dilema, quando comecei a estudar a teoria histórico-cultural do desenvolvimento humano e a teoria do ensino desenvolvimental, realizei os seguintes questionamentos: afinal, o que são conceitos? Qual a diferença entre conceitos espontâneos e conceitos científicos? Será que o que eu fazia era realmente ensinar conceitos? Como os estudantes aprendem? Se não é pelas práticas de laboratório, qual a melhor forma de ensinar os conteúdos?

Os estudos realizados nas disciplinas do mestrado em muito contribuíram para minha formação, pois pude estudar e compreender melhor a educação brasileira e o campo da formação de professores. No entanto, foi no Grupo de Estudos e Pesquisas Trabalho Docente e Educação Escolar (TRABEDUC), coordenado por minha orientadora, prof.^a Sandra Valéria Limonta Rosa, que pude conhecer com mais profundidade e estudar sistematicamente as teorias de aprendizagem e desenvolvimento e de ensino que fundamentam esta investigação. Ao aceitar o desafio proposto pela orientadora, de analisar as possíveis contribuições da teoria do ensino desenvolvimental de Vassili Vassilievitch Davidov para o ensino de Química, novas formas de compreender a formação docente, o processo de aprendizagem e a organização do ensino escolar foram se descortinando.

O grupo TRABEDUC realiza uma pesquisa em parceria com a Secretaria Municipal de Educação de Goiânia intitulada “Aprender para ensinar: didática desenvolvimental e

ensino dos conhecimentos escolares”, buscando integrar formação continuada para um grupo de professores da rede e à investigação sobre a formação de conceitos científicos com base na teoria do ensino desenvolvimental.

Durante o ano de 2016 o grupo dedicou-se ao estudo da teoria histórico-cultural e da teoria do ensino desenvolvimental. Em 2017, o grupo, dividido em subgrupos por área do conhecimento (Arte, Educação Física, Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Língua e Literatura e Matemática), tem realizado experimentos didático-formativos nas escolas, buscando compreender experimentalmente os fundamentos da teoria e que contribuições podem trazer do ensino desenvolvimental de Davidov para o trabalho docente.

Os estudos e discussões que realizamos no grupo foram me levando a problematizar e a repensar minha própria prática no IFMT e na escola. Fui percebendo que, mesmo buscando realizar o ensino da melhor maneira, muitas vezes o que eu fazia era transmitir as definições dos conceitos e o que acreditava ser a plena aprendizagem dos conceitos pelos alunos, era na verdade, o que na teoria histórico-cultural Vigotski (2001) denomina de pseudoconceitos e o que Davidov (1988), na teoria do ensino desenvolvimental, denomina de pensamento empírico.

Outro elemento que começou a ser repensado é a demasiada importância que se dá às práticas de laboratório no ensino de Química. Para a maioria dos professores de Química, só é possível ensinar um conteúdo em sua totalidade se, após a aula “teórica” em sala de aula, realizar a aula “prática” em laboratório. Quando não há o laboratório, como no caso da Escola Estadual em que trabalho, parece que o ensino não se completa e que os alunos não serão capazes de compreender corretamente ou totalmente os conteúdos.

Muitas vezes, mesmo tendo aulas em laboratório, nos vemos diante de resultados catastróficos nas avaliações, de reclamações por parte dos alunos de que não entendem e de que não gostam de Química. Destaco que as experimentações em laboratório são importantes para o ensino de muitos conceitos, mas é um equívoco acreditar que fazer as experimentações resolve o problema da aprendizagem dos conceitos, hoje compreendo que essa é uma visão fragmentada, pragmática e positivista do processo de ensino e aprendizagem.

É neste embate, entre a formação e a pesquisa no mestrado com o trabalho realizado no IFMT e na escola, que esta investigação foi ganhando conteúdo e forma e novas concepções sobre a educação escolar, a aprendizagem e o ensino de Química foram se constituindo no decorrer da pesquisa. Fui compreendendo como o ensino dos conteúdos desta ciência que tanto amo pode realmente chegar até o estudante, maravilhá-lo, causar estranhamento e prazer, fazê-lo pensar criticamente e compreender melhor o mundo em que

vive.

Compreendi também a necessidade de pensar a Química em seu processo de desenvolvimento histórico, não apenas transmitindo toda essa riqueza como se fossem informações e definições prontas e acabadas. Chassot (2000) afirma que o ensino de Química no Ensino Médio há muitos anos tem sido asséptico, abstrato, dogmático e a-histórico e a teoria do ensino desenvolvimental não só me possibilitou compreender porque estamos diante desta realidade, mas como se pode transformá-la.

Nossa investigação parte do pressuposto de que a função social primordial da escola é promover o acesso e a aprendizagem dos conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade, sintetizados na Ciência, na Arte e na Filosofia. Para Vigotski (2001), o ensino escolar da grande rede de conceitos científicos que constituem esses conhecimentos é fundamental para o processo geral de desenvolvimento da consciência e da personalidade de todas as pessoas, daí a grande importância que a teoria histórico-cultural e a teoria do ensino desenvolvimental dão à educação escolar.

Para Davidov (1982, 1987, 1988, 2003), que se fundamenta na tese de Vigotski a respeito da formação dos conceitos, o ensino que promove a aprendizagem e se adianta ao desenvolvimento é aquele que busca formar nos estudantes o pensamento teórico, um tipo especial de função psíquica superior que só pode se desenvolver por meio e sob a influência da educação escolar.

No entanto, nem todo o ensino promove o desenvolvimento do pensamento teórico, pois como o próprio Davidov (1982, 1988) observou em suas pesquisas, na maioria das escolas a forma como o ensino é organizado sustenta-se na concepção tradicional de educação, que para o autor promove o desenvolvimento do pensamento empírico ao tratar o conhecimento pela lógica formal, buscando fazer com que os estudantes distingam apenas os traços superficiais dos objetos de conhecimento, façam comparações, generalizações simples, memorizem definições, dados e fórmulas.

A formação e o desenvolvimento do pensamento teórico exigem domínio mental dos conceitos científicos por meio da lógica dialética, em que os estudantes percebam as relações e contradições dos objetos do conhecimento, consigam operar mentalmente com os conceitos em diferentes situações, façam sínteses e generalizações substantivas, cheguem ao concreto pensado.

Para Vigotski (2001) assimilar a palavra na sua forma externa não é o mesmo que assimilar o conceito, ou seja, o significado da palavra. Assimilar um conceito espontâneo já é uma atividade mental complexa e promove certo tipo de desenvolvimento, mas a humanidade,

por meio do desenvolvimento das forças produtivas, construiu um imenso conjunto de conhecimentos científicos que devem ser apropriados porque são patrimônio de todos e porque promovem um tipo ainda mais elevado de desenvolvimento da consciência.

Partindo de tais pressupostos, que coloca em evidência a necessidade humana e histórica do ensino escolar dos conceitos científicos, a pesquisa apresenta as seguintes problemáticas: quais as concepções e propostas de ensino têm sido apresentadas nas teses e dissertações sobre o ensino de Química na Região Centro-Oeste? Quais as contribuições que a teoria do ensino desenvolvimental pode trazer para a organização do ensino de Química?

O objetivo geral da pesquisa é identificar e analisar, por meio da realização de um experimento didático-formativo, quais as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química no Ensino Médio. E como objetivos específicos, compreender como se dá a aprendizagem dos conceitos científicos na perspectiva da teoria do ensino desenvolvimental, problematizar e analisar o ensino de Química a partir da apresentação de um panorama das pesquisas sobre essa temática nas produções acadêmicas da Região Centro-Oeste.

O processo de ensino escolar tem sido muito questionado no atual momento histórico, os conteúdos escolares são considerados repetitivos, fragmentados e descontextualizados, coloca-se em questão a necessidade e o papel de determinados conteúdos na formação e na vida dos estudantes. A revisão bibliográfica que realizamos nos revela que tal realidade não é diferente com o ensino da Química.

Na Química escolar, os conteúdos são trabalhados em três níveis de abordagem: nível macroscópico, nível microscópico e o das representações. Os conteúdos que se situam nos níveis microscópicos e das representações são sempre considerados os de maior dificuldade de aprendizagem, por serem caracterizados por um alto grau de abstração. Também são feitas muitas críticas em relação a não contextualização do ensino da Química com a realidade concreta dos estudantes, seus contextos sociais e culturais, a falta de relação dos conteúdos ensinados com aplicações práticas da vida cotidiana.

Para problematizar essas questões e contribuir para o avanço da produção do conhecimento sobre o ensino de Química, nesta pesquisa nos fundamentamos na teoria do ensino desenvolvimental, compreendendo que o ensino e a aprendizagem dos conceitos científicos na escola propiciam a formação de novas estruturas psicológicas que promovem o desenvolvimento mental dos alunos, tese fundamental da teoria histórico-cultural (VYGOTSKI, 2001 e 2010).

Vassili Vassilievich Davidov (1930-1998), psicólogo e pedagogo russo, incorporou em seu trabalho de pesquisa pressupostos da teoria histórico-cultural e acabou por superar alguns deles, no que diz respeito ao processo de ensino e aprendizagem escolares. O alto nível de desenvolvimento da psicologia pedagógica alcançado na União Soviética na primeira metade do século XX e as pesquisas longitudinais que puderam ser realizadas naquele momento permitiu que Davidov e seus colaboradores pudessem formular na segunda metade do século XX, a teoria do ensino desenvolvimental da atividade, que ficou conhecida como Sistema Elkonin-Davidov. Esta teoria fundamenta-se na concepção materialista histórico-dialética do conhecimento e na teoria histórico-cultural do desenvolvimento humano.

A teoria do ensino desenvolvimental põe em relevo a importância do ensino sistematizado da cultura elaborada socialmente, melhor dizendo, dos conhecimentos científicos e culturais projetados nos conhecimentos escolares. A hipótese de Davidov (1982), confirmada por meio de um grande número de experimentos de ensino realizados por ele e por sua equipe em escolas, é que o ensino dos conhecimentos escolares constitui a gênese sócio-histórica do pensamento teórico. Davidov partiu “(...) das dimensões filosófica, sociológica, lógica e pedagógica do problema, e propôs-se a oferecer uma abordagem lógico-psicológico-didática para questões da estruturação e ensino das disciplinas escolares” (LIBÂNEO; FREITAS, 2015, p. 345).

O ensino escolar proporciona meio e instrumentos intelectuais para desenvolver no aluno certas capacidades mentais – pensamento teórico – que não são desenvolvidas pelas situações sociais cotidianas de vida. O desenvolvimento do pensamento teórico, segundo Davidov (1988), só é possível quando o pensamento do aluno vai progressivamente deixando de operar com representações sensoriais e visuais (pensamento empírico) e passa a operar, por meio da internalização dos conceitos científicos, com “generalizações abstratas” e “ideias sobre ideias” (FREITAS; ROSA, 2015).

A teoria do ensino desenvolvimental tem como fundamento o desenvolvimento do pensamento e da linguagem e suas relações com os conceitos espontâneos e científicos, tal como proposto pela teoria histórico-cultural de Vigotski (2001). No processo de desenvolvimento, a criança vai internalizando o mundo à sua volta por meio da linguagem e da síntese promovida por esta a partir de dois tipos de conceitos: os espontâneos – que são internalizados espontaneamente pelas vivências e os científicos – que são aqueles organizados sistematicamente e intencionalmente ensinados na instituição escolar.

[...] os conceitos não surgem mecanicamente como uma fotografia coletiva de objetos concretos; neste caso, o cérebro não atua à semelhança de uma máquina fotográfica que faz tomadas coletivas, e o pensamento não é uma simples combinação dessas tomadas; ao contrário, os processos de pensamento, concreto e eficaz, surgem antes da formação dos conceitos e estes são produtos de um processo longo e complexo de evolução do pensamento infantil (VYGOTSKI, 2001, p. 236).

Partindo da teoria da formação dos conceitos de Vigotski, Davidov e seus colaboradores elaboraram a teoria do ensino desenvolvimental, a partir da investigação da relação entre educação escolar e desenvolvimento psíquico. Essa investigação foi realizada durante um período de cerca de duas décadas (1970 a 1988) em escolas públicas da cidade de Moscou, na então União Soviética.

A aprendizagem dos conceitos científicos na escola é para essa teoria uma forma universal de desenvolvimento, pois ao aprender conceitos cada vez mais gerais e complexos, a pessoa também desenvolve a capacidade intelectual de utilizá-los como verdadeiras “ferramentas mentais” para lidar com as diversas situações e necessidades da vida.

[...] ao ensinar os conteúdos escolares o professor não transmite apenas o conhecimento, mas ferramentas de pensamento. Ao descrever e explicar o funcionamento do sistema digestivo, por exemplo, o professor não apenas ajuda a criança a internalizar um conhecimento, mas os conceitos de “sistema” e “digestão” e as ferramentas de pensamento (ou funções psicológicas superiores) “descrever” e “explicar” alguma coisa. Tais conceitos e ferramentas de pensamento serão novamente utilizados pela criança em outras vivências e atividades, inclusive nas não escolares (LIMONTA, 2012, p. 10).

Concordamos com Sforzi (2004), quando a autora afirma que o atual tipo de ensino escolar não contribui para a formação do pensamento teórico e que é preciso considerar a importância de uma teoria do ensino cientificamente fundamentada para que os procedimentos didáticos escolhidos pelo professor efetivamente levem os estudantes à internalização do conceito científico.

Davidov (2003) reiteradamente afirma a importância, segundo o professor, de escolher as melhores direções possíveis para que o ensino proporcionasse o pleno desenvolvimento psicológico dos estudantes, que para ele é a formação do pensamento teórico. Conforme o autor há uma importância social e ao mesmo tempo subjetiva na educação escolar, ao promover o desenvolvimento e a capacidade de que cada um e todos possam conduzir e transformar a própria vida.

Percurso metodológico

Nesta pesquisa a metodologia consiste na realização de um experimento didático-formativo com alunos do primeiro ano do Ensino Médio de uma Escola Estadual da cidade de Cuiabá-MT, tomando como objeto de ensino e aprendizagem o conceito de substâncias e materiais. O experimento didático-formativo ou genético-modelador, segundo Davidov (1988), tem como objetivo evidenciar as transformações que ocorrem no pensamento dos estudantes no decorrer do processo de ensino de um determinado conceito.

A escolha do primeiro ano como momento escolar de investigação se fundamenta, porque nesta série escolar os estudantes entram em contato com maior profundidade e especificidade com os conceitos de Química, uma vez que os conteúdos de Biologia, Física e Química até o nono ano do Ensino Fundamental são ensinados de forma (mais ou menos) sintética na disciplina de Ciências Naturais.

A escolha do conteúdo “substâncias e materiais” parte de uma das ideias fundamentais da teoria do ensino desenvolvimental de Davidov (1988), quando o autor afirma que o professor precisa identificar, dentro de sua disciplina, quais são os conceitos nucleares, aqueles conceitos que servem de base para outros conceitos, que seriam, segundo o autor, os mais “desenvolventes”. Em outras palavras, o professor precisa identificar aqueles conceitos considerados essenciais, que fundamentam o conjunto de conteúdos que deverão ser ensinados na disciplina no decorrer do semestre ou ano letivo.

O experimento formativo é um método de investigação utilizado por psicólogos russos vinculados à teoria histórico-cultural, que consiste em estudar as mudanças no desenvolvimento do psiquismo por meio da ativa influência do pesquisador na experimentação, ou em outras palavras, pela formação dirigida dos processos psicológicos que serão investigados (LIBÂNEO, 2013, p. 2).

No experimento didático-formativo são realizadas atividades de ensino fundamentadas na teoria do ensino desenvolvimental a partir das seis ações de estudo propostas por Davidov (1988). As ações, organizadas sob a forma de tarefas que os estudantes são estimulados a resolver, vão desencadeando o processo de transformação do conteúdo objetivo em conteúdo subjetivo e tal processo é acompanhado e registrado pelo investigador (no caso dessa pesquisa, as ações foram filmadas)¹.

¹ A pesquisa possui aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do IFMT, aprovada pelo Parecer N. 1.955.065/2017 e aprovação da direção e dos responsáveis pelos alunos da Escola Estadual André Luiz da Silva

No capítulo I apresentamos e analisamos a história do ensino de Química, buscando compreender como a Química se constituiu como Ciência e como disciplina escolar no Brasil. Para Davidov, esse conhecimento é fundamental para que o professor possa organizar o ensino. Ainda neste capítulo, apresentamos e analisamos uma revisão bibliográfica de dissertações e teses dos Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da região Centro-Oeste, sobre o ensino de Química nos últimos cinco anos (2011-2015).

No capítulo II apresentamos os fundamentos epistemológicos, psicológicos e pedagógico-didáticos da teoria do ensino desenvolvimental de Davidov (1982, 1988), buscando articulá-los ao ensino da Química.

No capítulo III apresentamos o experimento didático-formativo realizado e analisamos quais contribuições a teoria do ensino desenvolvimental pode trazer para o ensino de Química, a partir da análise do processo de aprendizagem dos estudantes dos conceitos de materiais e substâncias.

O estudo sistemático da teoria histórico-cultural e da teoria do ensino desenvolvimental e a realização do experimento didático-formativo nos permitiu compreender melhor a complexidade do desenvolvimento humano e a importância da educação escolar nesse processo, bem como os limites de um ensino escolar pautado pela lógica formal diante da lógica dialética. Assim, acreditamos que a Teoria do Ensino Desenvolvimental não somente permite o “bom ensino que se adianta ao desenvolvimento”, mas também permite um maior e melhor desenvolvimento como seres humanos, tanto para o professor como para os estudantes.

CAPÍTULO I

ENSINO DE QUÍMICA: HISTÓRIA, CONCEPÇÕES E PERSPECTIVAS

Para compreendermos e podermos analisar as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química, é essencial compreendermos o desenvolvimento histórico da Química como ciência e como disciplina escolar no Brasil. Para analisar a produção do conhecimento sobre o ensino de Química não podemos olhar somente para o contexto imediato das produções, mas é necessário compreender como surge e como se desenvolve o ensino escolar de Química no Brasil. Dessa forma, apresentamos nesse capítulo um pouco da história da Química e de seu ensino e a revisão bibliográfica de teses e dissertações sobre o ensino de Química nos programas de pós-graduação *stricto sensu* da Região Centro-Oeste.

1.1 O desenvolvimento histórico da Química como ciência

Apresentar o desenvolvimento histórico da ciência Química não é uma tarefa fácil, pois exige a compreensão da história desta ciência no contexto da produção do conhecimento humano, perpassando pela filosofia, antropologia, história das religiões, arte e educação.

No início das atividades humanas o conhecimento se constituiu a partir de atividades práticas e técnicas em que as características ou processos químicos estavam presentes. O homem foi dominando essas técnicas e esse domínio aconteceu de forma não sistematizada, evoluindo até o processo sistematizado que conhecemos hoje (SCHEFFER, 1997).

Na Pré-História nossos ancestrais habitavam um mundo em nada parecido com o atual: na França, em 1868, foram encontrados restos fósseis e esqueletos com postura ereta e características anatômicas semelhantes às nossas; seriam os homens de Cro-Magnon, viviam da caça, da pesca, da coleta de raízes e frutos, habitando cavernas e fazendo descobertas que se refletem em tudo o que vivenciamos hoje nas várias áreas do conhecimento.

Com o controle do fogo muitas outras atividades e técnicas foram surgindo, como por exemplo, a preservação da carne, trazendo mudanças de hábitos e vários benefícios. Uma descoberta interessante foi a utilização de luz artificial no interior de cavernas feitas com tochas de pedras recobertas com gordura animal. Isso tudo colaborou para que os trabalhos de pinturas utilizados nas épocas pudessem se concretizar. Para a realização dessas pinturas ou

incisões nas pedras, eram utilizadas tintas provenientes da extração de pigmentos coloridos das plantas ou do sangue pelo abatimento dos animais (SCHEFFER, 1997).

Engels (1986) ao apresentar a influência do trabalho na evolução de uma espécie de primata antropeide, mostrou que dentre as várias descobertas realizadas pelos nossos ancestrais, existiu uma que influenciou outras descobertas posteriores. Foi quando este ancestral primitivo alcançou um fruto no alto em uma árvore com o auxílio de uma vara, passo inicial para a descoberta de novas ferramentas de trabalho. Para Chassot (1995), através da descoberta das ferramentas, o trabalho foi decisivo e transformador para nossos ancestrais, a invenção de materiais como dentes, conchas, fibras vegetais, chifres, couro, arcos, agulhas, trituradores, raspadores, propiciaram um momento chave nesta transformação.

Nesses primórdios da humanidade, as alterações das propriedades da matéria não eram controladas ou não tinham significados concretos, as descobertas que posteriormente tornaram-se necessárias e tão significativas que foram sendo transmitidas para outros homens primitivos, originaram-se das necessidades de sobrevivência, sem preocupação com explicações.

O fato dos alimentos estragarem ou ter seu sabor alterado propiciou muitas descobertas, como o uso do sal, da fermentação e o uso da conservação em alimentos, por exemplo. Um dos pontos de partida das grandes descobertas pelo homem primitivo, ligadas à Química foi o controle do fogo e a partir disso, várias outras foram surgindo.

A revelação dos metais foi sem dúvida outro fato marcante para a Química e isso aconteceu a partir da procura de pedras preciosas, quando as características metálicas foram descobertas e isso encadeou o surgimento da metalurgia com grande importância para o isolamento, moldagem e obtenção dos metais. Para Scheffer (1997) várias experiências foram feitas para confecção do que chamamos de ligas metálicas, a exemplo disso, a autora cita a obtenção da liga metálica chamada bronze:

Inicialmente usou-se o cobre, na forma livre ou nativa, que posteriormente tornou-se escasso, sendo então obtido a partir de seus minérios como a malaquita, de onde era extraído. A pouca resistência dos objetos de cobre, principalmente das ferramentas, fez com que se tentassem formas de torná-los com melhor qualidade, a partir de ligas com outros metais como a Prata e o Chumbo, e com o Antimônio e o Arsênio. Mas foi associando o Cobre com o Estanho, que o homem obteve a liga metálica conhecida como Bronze (SCHEFFER, 1997, p. 5).

A história da Química também está ligada à alquimia² e a origem desta está ligada aos povos egípcios, posteriormente sendo espalhada pela Europa e Oriente. Definir a alquimia não é uma tarefa fácil, pois ela constituiu várias práticas, experiências e crenças realizadas por vários povos, podendo ser interpretada de várias maneiras por parte dos pesquisadores.

De acordo com Farias (2003), os alquimistas tinham dois propósitos: um de caráter exotérico, com o objetivo de transmutar metais menos nobres em ouro e descobrir o elixir da longa vida; e outro de caráter esotérico, com o propósito de aperfeiçoamento espiritual. Podemos dizer então que a Química inicialmente herdou muitos conhecimentos da alquimia, assim como de práticas médicas e tecnológicas no decorrer dos tempos.

Chassot (1995) traz uma reflexão importante acerca da transição da alquimia para a Química, ele argumenta que não podemos simplificar a alquimia como origem da Química, porque a alquimia estava relacionada com concepções filosóficas da vida. O autor ainda traz três concepções distintas sobre as diferentes representações filosóficas da alquimia: uma histórica (contextualizando a alquimia ao contexto medieval); uma cética (como prática de charlatanismo e sem significado científico) e uma que é sinônimo de fantasias.

Através da descoberta e da síntese dos elementos químicos, muitas atividades permitiram a utilização das propriedades dos elementos químicos e de seus compostos em benefício da cura de doenças. Os antigos gregos e romanos já utilizavam desde o século V a. C. o elemento arsênio, por exemplo, como agente terapêutico, de acordo com Farias (2003) a prática de curar doenças através de processos químicos era realizada por alquimistas e boticários, sendo chamada de iatroquímica. Essa prática durou da metade do século XVI até o século XVIII, dentre os principais iatroquímicos da época podemos destacar o médico Paracelso³ que uniu as áreas da medicina, mineralogia e da química para formar a iatroquímica (hoje ela seria definida como química medicinal). A iatroquímica pode ser considerada a porta de entrada para o interesse em se estudar a Química no século XVII, tanto que na época várias faculdades da Europa iniciaram o ensino da Química em seus cursos.

A trajetória sobre o conhecimento da estrutura íntima da matéria é um marco histórico dentro da Química, trazendo contribuições significativas para o seu progresso enquanto Ciência e para a própria humanidade. Os pensadores gregos foram os precursores no

² Dizer onde surgiu exatamente a alquimia é algo que os historiadores não conseguiram determinar com exatidão, os indícios históricos mostram que foi o surgimento árabe, egípcio e origem do vocábulo alquimia está associado à palavra Khem (antigo nome dado ao Egito) e ao artigo definido al. A alquimia foi praticada na Grécia, China e Egito expandindo para o ocidente com o declínio do império romano) (FARIAS, 2003, p. 80).

³ Theophrastus Bombastus Von Hohenheim, também conhecido como Paracelso, nasceu em Einsiedeln, Suíça, em 1493, tendo falecido em 1541 (FARIAS, 2003, p. 58).

entendimento da estrutura íntima da matéria, Tales de Mileto (624-546 a.C) acreditava que a água era o elemento primordial do universo.

Anaximandro (c.610-c.545 a.c) achava que o apeíron (infinito) era a substância fundamental, já outros pensadores como Anaxímenes (c.570-c.478 a.c), Xenofones (c.560-c.478 a.c) e Heráclito (c.540-c.480 a.c), pensavam ser a água, a terra e o fogo as substâncias formadoras de todas as outras. Analisando as propostas desses pensadores gregos, Empédocles (c.490-c.430 a.c), propôs quatro elementos fundamentais constituintes da matéria: água, ar, terra e fogo (FARIAS, 2003, p. 29).

Ainda segundo Farias (2003), nesta época dois pensadores formularam a ideia baseada na existência de uma partícula elementar na constituição da matéria, foram eles: Demócrito (c.470-c.380 a.C) e Leucipo (c.460-c.370 a.C), que consideravam que toda a matéria é constituída por átomos. De acordo com Farias (2003), alguns textos gregos antigos foram traduzidos para o latim trazendo novas redescobertas das ideias dos pensadores gregos, mas sem grandes contribuições.

John Dalton (1766-1844) aplicou as ideias atomistas de forma satisfatória, sendo considerado o primeiro modelo atômico estudado ainda hoje nos livros didáticos utilizados no ensino de Química, posterior a ele outros modelos atômicos mais recentes foram criados por outros cientistas como o de Rutherford (1871-1937), Bohr (1885-1962) e o átomo clássico-quântico.

A estruturação e consolidação da Química como ciência e também como disciplina escolar está intrinsecamente relacionada a Lavoisier⁴ (1743-1794), considerado por muitos o fundador da Química com seu *Traité Elementaire de Chemie* (Tratado Elementar de Química), publicado em 1789.

Segundo Chassot (1995), também foi Lavoisier quem escreveu um dos primeiros textos sobre como ensinar Química, publicado quase 200 anos após a sua morte, em 1990. Os trabalhos de Lavoisier são considerados uma revolução na Química e na Física, ele conduziu várias experiências acerca do processo de combustão, onde utilizou todos os processos e bibliografias disponíveis para estudar as questões químicas. Vários historiadores consideram que as várias modificações sofridas pela química nos finais do século XVIII propiciou uma revolução científica e, conseqüentemente, o nascimento da própria disciplina.

⁴ “Antoine Laurent de Lavoisier (1743-1794), cientista francês, em 1776, através de várias experiências, conseguiu caracterizar o oxigênio, a partir daí novos rumos foram seguidos, elucidou a constituição química da água, elaborou nomenclaturas químicas publicando trabalho em 1787. Em decorrência de várias contribuições é considerado o pai da química moderna” (SCHEFFER, 1997, p. 37).

De acordo com Costa (2011), alguns historiadores ainda consideram que os estudos e a publicação da obra “*Tratado Elementar de Química*”, foi o que propiciou a revolução química, tendo Lavoisier o papel central ao utilizar linguagens, sistemas, termos de métodos incontestáveis, contribuindo na constituição da Química como Ciência. O *Tratado Elementar de Química*, de Lavoisier é dividido em três partes: na primeira há o destaque do papel do calor e do oxigênio, da decomposição da água, dos materiais animais e vegetais, fermentação e formação de sais neutros. A segunda parte está a organização de 44 tabelas sinópticas sobre a química dos sais. Na terceira parte há a sistematização da prática laboratorial química com destaque a novos procedimentos.

Lavoisier, junto com Pierre Simon de Laplace (1749-1827), um grande físico matemático, iniciaram estudos sobre a determinação do calor envolvido em uma reação química, construíram o calorímetro, podendo assim determinar a partir daí, o calor específico de várias substâncias. Em outros trabalhos sem a colaboração de Laplace, Lavoisier realizou estudos sobre o metabolismo animal, chegando a realizar determinação do calor despreendido por alguns animais cobaias (CHAGAS; AIROLDI, 1981).

Outro nome que contribuiu nos estudos sobre o calor envolvido numa reação química foi Hess⁵, em 1838 ele iniciou investigações termoquímicas dedicando-se a várias atividades de ensino e pesquisa, tendo seus trabalhos considerados de grande relevância pela simplicidade, engenhosidade e precisão. Em 1840, Hess enunciou a lei conhecida hoje como “Lei de Hess”⁶, essa lei é utilizada e ensinada no ensino médio, como a primeira Lei da Termodinâmica, sendo conhecida também como o “Princípio de Conservação da energia”.

De acordo com Scheffer (1997), no âmbito da indústria várias descobertas, técnicas e aperfeiçoamento aconteceram no século XIX: como a fabricação do ácido sulfúrico fumegante, a confecção de vidros especiais (mais resistentes), produção de corantes, produção de drogas sintéticas, entre outras. Entre vários nomes teve destaque o químico alemão Bunsen⁷, que colaborou muito com a indústria siderúrgica desenvolvendo vários instrumentos, análise espectral, descobertas e métodos.

⁵ “Germain Henri Hess, nasceu em Genebra, Suíça, em 26 de julho de 1802, com 3 anos de idade foi para São Petersburgo (hoje Leningrado), então capital da Rússia, onde seu pai era professor, vivendo aí a vida toda. Em 1825, doutorou-se em medicina na Universidade de Dorpat, exerceu a medicina durante alguns anos, dedicando-se depois apenas à Química, tanto na área teórica como aplicada. Em 1848 sua saúde ficou debilitada, vindo a falecer em 30 de novembro de 1850, com apenas 48 anos de idade” (CHAGAS; AIROLDI, 1981, p. 95).

⁶ “A quantidade de calor envolvida durante a formação de um dado composto é constante, independente se o composto é formado direta ou indiretamente em uma série de etapas” (CHAGAS; AIROLDI, 1981, p. 96).

⁷ “Robert Wilhelm Bunsen nasceu em Gottingen em 1811, falecendo em 1899, é considerado um pesquisador de qualidade com grandes descobertas. Ocupou posições nas Universidades de Gottingen, Cassel e finalmente Heidelberg” (FARIAS, 2003, p. 82).

Entre essas descobertas, as principais destacadas aqui são: descoberta de novos elementos, a confecção de baterias de zinco-carbono, investigação de métodos para gases, calorímetro de gelo, ação da luz sobre os compostos químicos e o utensílio de laboratório, muito utilizado até hoje e sem dúvida o mais conhecido, “bico” (ou queimador) de Bunsen (FARIAS, 2003).

Um acontecimento histórico que muito influenciou o desenvolvimento e a disseminação da Química, da pesquisa e do ensino de Química foi a Primeira Guerra Mundial (1914-1918). Considerado o momento histórico em que a maioria dos países começou a se preocupar em formar profissionais químicos, e consequentemente com a formação de professores para o ensino de Química nas escolas. Além disso, um fato que traz algumas reflexões sobre a primeira guerra mundial foi a produção de amônia realizada por Fritz Haber⁸, em 1904.

Farias (2003) afirma que Haber contribuiu de forma direta para os esforços da guerra pelos alemães, com suas descobertas houve a produção de gases, de amônia, de ácido nítrico que foram indispensáveis para a produção de explosivos. Esse registro data a primeira provável utilização de produtos químicos em grande escala para utilização de armas e manutenção da primeira guerra mundial, fazendo até com que no pós-guerra a Alemanha investisse em pesquisas nesta área com incentivo a bolsas acadêmicas.

É importante mencionar que o século XX foi impactado por revoluções, como exemplo, a Revolução Russa, de 1917, a partir da qual o mundo foi politicamente e geograficamente dividido entre capitalismo e socialismo, impondo uma dicotomia ao desenvolvimento da ciência. A primeira guerra e a segunda guerra mundial são consideradas grandes catástrofes para as civilizações do mundo inteiro, porque a crise não foi apenas econômica, afetou várias partes do mundo, inclusive a parte política e das relações mundiais, fazendo com que as Instituições, principalmente as de ensino fossem moldadas dentro desta realidade (HOBSBAWM, 1995).

Ainda segundo Hobsbawn (1995), por volta de 1910, por exemplo, a quantidade de químicos e físicos alemães e britânicos chegavam próximo a 8 mil pessoas, na década de 80 o número estimado, considerando outros profissionais como engenheiros e cientistas, já eram cerca de 5 milhões, sendo que cerca de 1 milhão encontrava-se nos Estados Unidos (que já era

⁸ “Fritz Haber nasceu em 09 de dezembro de 1868 em Breslau (hoje Wroclaw) na baixa Silesia, atualmente Polônia, na época, parte da Prússia. Faleceu em Basel, Suíça, em 29 de janeiro de 1934 por ataque cardíaco, foi ganhador do Prêmio Nobel de Química em 1918 “pela síntese da amônia a partir de seus elementos”, estudou na Universidade de Berlim. Dedicou-se a várias atividades como em destilarias, fábrica de fertilizante e companhia têxtil” (FARIAS, 2003, p. 28-29).

considerado uma grande potência da época). Analisando até o fim do século XX, podemos dizer que alguns países como a América Latina e África, ainda produziam poucos cientistas. Por volta dos anos de 1970 e 1980 os países capitalistas gastaram seu orçamento em pesquisas e desenvolvimento se comparado com os países pobres, o que podemos inferir é que sempre o fator econômico influenciou no desenvolvimento das Ciências.

O excessivo medo e desconfiança da Ciência levantaram alguns sentimentos que alimentavam esta situação: de que as consequências das Ciências eram imprevisíveis, o que poderia torná-la catastrófica. Até então, a Ciência era incompreensível, podia ser considerada perigosa, pois conseguia modificar a ordem natural das coisas.

O progresso das Ciências naturais se deu contra um fulgor, ao fundo, de desconfiança e medo, de vez em quando explodindo em chamadas de ódio e medo, de vez em quando explodindo em chamadas de ódio e rejeição da razão e de todos os seus produtos (HOBSEBAWM, 1995, p. 511).

Embora abordemos alguns fatos muito relevantes na contribuição da efetivação da Química enquanto ciência no início do século XX podemos concluir que foi no século XIX que realmente isto aconteceu, “(...) foi sem dúvida o momento em que a Ciência tanto transformou o mundo, quanto o nosso conhecimento dele” (HOBSEBAWM, 1995, p. 510). Houve um grande número de descobertas, fatos com tantos acontecimentos com a contribuição de vários nomes no século XIX, além das mudanças históricas e econômicas influenciadas pelas revoluções na Europa que também ajudaram para que isto se efetivasse.

1.2. A história da Química no Brasil

A Educação Química é considerada uma área emergente se comparada com outras áreas até mesmo dentro da Química, ela, em conjunto com outras disciplinas (Biologia, Física e Matemática), aparece constituída na área da Ciência da Natureza e Matemática. São Ciências que trabalham conceitos físico-químico-biológicos no Ensino Fundamental ou Médio, que investigam a natureza, os fenômenos ou processos naturais e tecnológicos e são resultados da articulação dos conhecimentos historicamente construídos, resultado da evolução social e econômica da humanidade. Entendemos que é importante neste momento compreender como historicamente a Química se constituiu como disciplina escolar no Brasil, sendo considerada necessária para a formação não só científica dos jovens do Ensino Médio, mas também para sua formação geral.

No Brasil, o conhecimento químico e a preocupação com a pesquisa científica chegaram tardiamente e uma das explicações para esse fato, segundo Chassot (1995), está na colonização portuguesa do século XVI. Além de ser, naquele momento histórico, um dos países europeus menos preocupados com o desenvolvimento e o ensino das ciências, o grande interesse de Portugal pelo Brasil concentrava-se na exploração de produtos provenientes do extrativismo vegetal para fins de comercialização.

No século XVII, com a substituição do Pau-Brasil pela cana-de-açúcar, vários processos relacionados à Química, inclusive empíricos, foram iniciados no período colonial, o que exigiu alguns conhecimentos técnicos. Diante da situação, podemos dizer que o avanço da Química foi pequeno, pois os senhores de engenho no período colonial visavam só o lucro.

Outra situação interessante desta época, no ano de 1699 no Rio de Janeiro, foi o incentivo da criação do ensino da engenharia militar por parte de D. João V. Com o crescimento da indústria açucareira e das minas de diamante e ouro, houve a necessidade da corte portuguesa garantir a posse da colônia; é importante salientar que nesta mesma época a chamada revolução Química de Lavoisier estava surgindo na Europa. Com tal situação muitas técnicas relacionadas à colheita e à produção foram substituídas e outras técnicas de modernização relacionadas à mineralogia e à metalurgia foram surgindo diante da descoberta de algumas minas na região sudeste do país (OLIVEIRA; CARVALHO, 2006).

No caso da educação escolar brasileira, a primeira fase histórica de nossa educação iniciou-se com os missionários da Companhia de Jesus, tendo os jesuítas iniciado seus trabalhos pela catequização e ensino da escrita e da leitura. Posteriormente, os jesuítas criaram escolas secundárias e cursos superiores, em que ensinavam “cursos” como letras, filosofia e ciências, que abrangia lógica, metafísica, matemática e ciências físicas e naturais. A Química como um conhecimento que integrava o curso de ciências ainda não aparecia, pelo menos não individualmente, neste momento. É relevante ressaltar que algumas práticas que envolviam certos conhecimentos químicos já haviam se iniciado no Brasil neste momento. A exemplo disso, a produção de medicamentos e muitos conhecimentos sobre a extração de elementos químicos de espécies vegetais, utilizados até hoje, são oriundos desses conhecimentos práticos que começaram a se desenvolver ainda no Brasil Colônia. Outros conhecimentos e práticas iniciais deste momento histórico ligadas à Química estavam na extração de pigmentos das plantas, fermentação de bebida, preparo de medicamentos, inclusive conhecimentos indígenas rapidamente aprendidos e amplamente utilizados pelos portugueses. (SILVA et al., 2006).

Além de tinturas para o adorno do corpo e de utensílios de argila, nossos índios utilizavam-se, em larga escala, das mais variadas espécies vegetais para o preparo de medicamentos. Assim, utilizando-se uma denominação moderna, pode-se afirmar que os habitantes nativos do Brasil do século XVI praticavam, sobretudo, a chamada química de produtos naturais. Por sua vez, para extraírem o principal corante presente nas sementes do urucu, os índios costumavam empregar o óleo de andiroba. A polpa do urucum fornece duas substâncias corantes: a orelina (amarela, solúvel em água) e a bixina (vermelha, insolúvel em água e solúvel em gorduras) (SILVA et al., 2006, p. 24).

Com a expulsão dos jesuítas do Brasil a mando do Marquês de Pombal, o processo educativo brasileiro iniciava-se com incertezas. Em 1759 o número de colégios, internatos, seminários era de aproximadamente 33. E em 1771, com a reforma pombalina, houve o advento do ensino das Ciências experimentais, onde muitos brasileiros ingressaram na Universidade de Coimbra com a intenção de galgar carreira médica ou científica. O ensino de Química, então, se iniciava nesta época de forma teórica e relacionado a estudos mineralógicos juntamente com o estudo de Física (LIMA, 2013).

Ainda de acordo com Lima (2013), em 1772 foi instalado no Rio de Janeiro a Academia Científica, destinada ao estudo das Ciências e uma seção era dedicada à Química. O português Manoel Joaquim Henrique de Paiva fazia parte desta academia, sendo considerado o autor do primeiro livro (*Elementos de Química e Farmácia*) com a palavra Química no título. Neste mesmo ano, em Portugal, a Química foi incluída como disciplina no ensino superior na Universidade de Coimbra, por meio de uma reforma educacional, sendo necessário trazer um professor de outro país, para isto, o italiano Domingos Vandelli (1730-1816) foi destinado para o ensino dessa disciplina. Vandelli dividiu a Química em três áreas: Química Física, Química Técnica e Química Comerciante.

Domingos Vandelli produziu muitos trabalhos nas áreas de Agronomia e Botânica, criou o curso de Ciências Naturais da Universidade de Coimbra e influenciou vários brasileiros que foram seus discípulos. Entre eles o mineiro Vicente Coelho de Seabra Silva Telles (1764-1824) e o baiano Alexandre Rodrigues Ferreira (1756-1815), que executaram vários trabalhos e experimentos em Lisboa, desta forma, os primeiros químicos brasileiros surgiram no século XVIII (LIMA, 2013).

Segundo Lima (2013), Vicente Coelho de Seabra Silva Telles foi um dos químicos que se destacou na época do Brasil de colonização portuguesa, ele iniciou seu ensino superior em uma universidade da Europa, desenvolvendo obras na área da Química, inclusive algumas foram referência para a sociedade química europeia. Uma das obras que teve destaque foi o

livro *Elementos de Química*, que traz assuntos ligados à história da Química, entre outras relacionadas a substâncias químicas, reações químicas e nomenclaturas. Vale ressaltar que em vida o autor não teve reconhecimento pelo seu trabalho.

Após a expulsão dos jesuítas, há o estabelecimento, começando pela cidade de Olinda no Recife, das aulas régias, disciplinas isoladas muito semelhantes aos “cursos” dos jesuítas. No ano de 1800, o bispo Azevedo Coutinho ofereceu no Seminário de Olinda as cadeiras de Química, Física, Mineralogia, Desenho e Botânica. Com o intuito de formar investigadores que pudessem explorar e descobrir as muitas riquezas minerais e vegetais do Brasil, o ensino de Química começa a ser realizado mais sistematicamente no ensino superior e secundário a partir daí.

O primeiro químico genuinamente brasileiro foi o mineiro João Manso Pereira⁹ (1750-1820), que teria estudado latim, hebraico, grego, francês, sem ter nunca saído do Brasil e tampouco ter recebido educação em nível superior, sendo considerado um autodidata. Para Silva et al., (2006), Pereira trouxe muitas contribuições para a época, tendo projetado a construção de um alambique para a destilação de aguardente que posteriormente disseminou-se pelo país afora e publicado muitas obras divulgando conhecimentos teóricos e práticos sobre a Química.

Com a chegada da corte portuguesa ao Brasil, em 1808, inicia-se um complexo e importante processo de desenvolvimento da cultura e da educação no país. Pode-se dizer que a invasão de Napoleão e a vinda de D. João VI e de toda a corte real portuguesa ajudou na estruturação das atividades relacionadas às Ciências no Brasil, no qual foram realizados vários eventos importantes para as Ciências. Percebe-se então que a transferência da família real para o Brasil, bem como de sua comitiva, propiciou alguns avanços, visto que aqui não se tinha a comodidade e modernidade existentes em Portugal na época (CHASSOT, 1996).

É interessante perceber que neste período inaugura-se a grande valorização dos cursos técnicos e científicos em detrimento do ensino das humanidades, da arte e da filosofia, valorização que atravessou o tempo histórico e se consolidou na atualidade. A Química que se ensina hoje tem raízes históricas fundadas numa concepção desta ciência como utilitária e o ensino, portanto, tem forte ênfase na prática e na aplicação imediata.

Segundo Lima (2013), no ano de 1808, são criados os Colégios Médico Cirúrgico na Bahia, em Salvador, o Colégio de Medicina, no Rio de Janeiro e outro colégio com a mesma

⁹ “João Manso Pereira publicou cinco obras que revelam uma Química utilitária, típica da época. Assim, um de seus trabalhos dedica-se à descrição de como produzir aguardente de melhor qualidade mediante modificações a serem efetuadas nos alambiques então utilizados” (SILVA et al., 2006, p.39).

natureza em 1801, em Minas Gerais, porém fechado em 1848. São criadas também as Academias Reais Militar e da Marinha e Real Militar, sendo consideradas as primeiras instituições superiores do Brasil. A Academia Real Militar no Rio de Janeiro seria a primeira instituição no Brasil, em 1810, onde o ensino de Química foi regularmente ministrado. A Química era disciplina obrigatória no currículo dos cursos de formação dos militares.

Com a inserção da Química no currículo do curso de Engenharia da Academia Real Militar, houve a criação de uma cadeira de Química neste curso, o que levou um aumento significativo de trabalhadores com formação especializada para as áreas que necessitassem de um ensino voltado para a área de Ciências. Com a exploração de ferro no país, em 1812, foi criado no Rio de Janeiro, o Laboratório de Química Aplicada e o Gabinete de Química, posteriormente o Museu Real (1818), com instalações que contavam com laboratório de Química e pesquisas relacionadas à purificação de metais preciosos. Foi criado também, em 1817, o curso de Agricultura e Química Industrial na Bahia, pois nesse momento houve a necessidade de formação de pessoal para serviços básicos, públicos e de defesa militar e a formação em todos esses, o ensino de Química era compreendido como fundamental.

Ainda segundo Lima (2013), não só a Química, mas as demais disciplinas das Ciências Naturais chegaram tardiamente ao Brasil, considerando-se que em outros países, principalmente da Europa, algumas dessas disciplinas já estavam consolidadas e já eram ensinadas nas escolas. Nos séculos XVI e XVII Portugal continuou fechado para os avanços das áreas das Ciências Naturais, o que obviamente refletiu-se no Brasil.

Para Silva et al., (2006), três fatores podem ser considerados os mais importantes para o surgimento e evolução tardios da Química no Brasil: o interesse mercantil de Portugal em relação ao Brasil, influenciando a prática da Química voltada para conhecimentos práticos e técnicos utilizados para extração, mineração e metalurgia; a resistência por parte da metrópole portuguesa em implantar instituições de ensino superior no Brasil; a falta de interesse ou apoio à produção do conhecimento em Química, pois a própria metrópole não tinha interesse em incentivar o estudo e a pesquisa, o que começa a ocorrer só no final do século XVIII.

A Química teve uma importância maior quando D. Pedro II assumiu o governo, pois D. Pedro II se interessava muito pela área científica, chegando a realizar experimentos em um laboratório que o mesmo possuía em casa. Ele chegou a frequentar aulas, eventos e debates na área, além de estudar obras publicadas na Europa (FILGUEIRAS, 1998 *apud* SOUZA, 2015, p. 11).

A partir da chegada da família real em 1808, várias mudanças ocorreram no país, principalmente no âmbito cultural e educacional, como exemplo, a fundação da Biblioteca Nacional¹⁰, por D. João VI, em 1810, e a evolução no ensino das Ciências Naturais. Isto aconteceu principalmente com a abertura dos portos brasileiros para as nações amigas, onde houve a criação e instalações de comércios e das primeiras indústrias. Foi através desses acontecimentos que a Química começou a ser disseminada no Brasil, porque neste momento havia muito a necessidade de mão de obra especializada para determinadas funções e, ao mesmo tempo, o interesse pela área começava a ser despertada.

Em consequência disso, o ensino da Química começa a ser inserido nos cursos de ensino superior, até porque o ensino básico se preocupava em ensinar a ler e a escrever. Esse quadro começa a mudar no final do século XVII, quando a organização do ensino secundário no Brasil foi inspirada nos modelos franceses. No entanto, podemos considerar que foi uma tentativa frustrada, apesar do número de escolas secundárias ter aumentado significativamente nesse momento, o ensino continuava a ser realizado segundo as tradições jesuíticas (SOUZA, 2015).

As aulas régias, em tese, com a educação jesuíta na forma e no conteúdo, permaneceram como a forma de organização do ensino durante muito tempo, mesmo após a proclamação da independência. Com o Ato Adicional em 1834, uma série de mudanças políticas ocorreram no Brasil e a responsabilidade do ensino primário e secundário passou para as Assembleias Provinciais sob o controle do Poder Central.

Diante desse contexto, ainda conforme Souza (2015), em 1837 é fundado o colégio Dom Pedro II na cidade do Rio de Janeiro, considerado referência de ensino para a época e para as demais instituições. A Química é colocada efetivamente como disciplina do ensino secundário por meio de modelo adotado por colégios franceses, com o ensino de Ciências em sua grade curricular, sendo o ensino considerado tradicional e a transmissão dos conteúdos soltos e distantes da realidade do estudante.

Para Schnetzler (2010), a herança educacional proveniente da educação jesuítica, caracterizada pelo desinteresse dos estudos científicos é que marca a pouca importância dada ao ensino de Ciências no qual a Química está inserida, comprovada pelas programações das lições utilizadas entre os anos de 1838, 1841 e 1857. Num total de 185 aulas, somente 3 aulas

¹⁰ De acordo com Souza (2015), a Biblioteca Nacional contava com aproximadamente sessenta mil livros disponíveis para leitura e consulta, com o intuito principalmente de familiarizar a população sobre o que era produzido e publicado na Europa.

de Física e Química juntas eram ministradas para o curso secundário de sete anos, o que representa 2 % do total de aulas.

Faz-se necessário mencionar que por volta de 1850, com a extinção do tráfico negreiro, houve a necessidade de substituição da mão de obra do trabalho escravo pela imigração europeia na agricultura brasileira, época em que o café era o principal representante da economia. Após esta mudança de mão de obra houve a transformação da cafeicultura em uma economia capitalista, onde por volta de 1870, se deu início a industrialização no Brasil, trazendo como consequência a expansão do café em São Paulo (OLIVEIRA; CARVALHO, 2006).

Entre os anos de 1874 a 1887 surgem algumas escolas oferecendo alguns cursos especiais e curso geral na área de Química, a Escola Politécnica do Rio de Janeiro (1874) ofereceu o ensino de Química em três dos seus programas: a Escola de Minas de Ouro Preto, em 1875, destinada a formação de engenheiros como o de minas e geólogos; a Estação Agronômica de Campinas, em 1887 (mais tarde Instituto Agrônomo do Estado), todas essas instituições juntamente com outras surgidas na época contribuíram para a disseminação do conhecimento químico.

Conforme Filgueiras (1988), o século XIX foi de muito desenvolvimento, pois muitas instituições foram fundadas no Brasil, outras já existentes atingiram o progresso, contudo a escravidão ainda prevaleceu como um entrave para o desenvolvimento científico; vários aspectos precisam ser considerados para que isto se efetivasse principalmente os de ordem cultural, social, político e econômico, até porque percebemos, por exemplo, que vários ciclos econômicos desde o período colonial retratam influências na educação e consequentemente no ensino de Química.

Após a primeira guerra mundial vários problemas de ordem financeira surgiram no mundo e o Brasil foi afetado, sobretudo com a diminuição das exportações de seus produtos, fazendo com que acontecesse acumulação de recursos materiais. Muitas fábricas foram instaladas ao fim do século XIX, porém ainda dependíamos de mão de obra técnica, equipamentos e processos vindos de fora. O que dificultou a vinda dessa mão de obra técnica e de todo tipo de importação de bem de consumo foi a I Guerra Mundial, forçando o Brasil a se preocupar em desenvolver e produzir seus próprios produtos químicos, assim como sua mão de obra especializada (OLIVEIRA; CARVALHO, 2006).

Nessas condições, entre os anos de 1915 a 1919 esses recursos materiais precisavam ser ocupados e foi com esta perspectiva que houve o crescimento da indústria brasileira, com a criação de seis mil novas empresas manufatureiras, com produção de alimentos e vestuário,

produzindo produtos até então importados. Diante deste contexto é que surge o interesse pelo ensino profissional, diante da necessidade de mão de obra especializada e formação voltada para a indústria, inclusive no ano de 1918 surge no Rio de Janeiro os primeiros cursos e Institutos de Química com a intenção de preparar técnicos.

Ainda no ano de 1918 surgiu um “Curso de Químicos”, na Escola Politécnica de São Paulo, com duração de quatro anos e em 1920, outro de Química industrial, tendo a fusão dos dois cursos surgindo o curso de Engenharia Química, em 1926. Outra instituição importante que contribuiu na formação científica, como mostra Scheffer (1997), foi a criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, em 1934, fazendo parte integrante da Universidade de São Paulo, suas atividades iniciais foram organizadas por Rheinboldt¹¹, com experiências demonstrativas exigindo dedicação integral por parte dos alunos. Depois da criação de vários laboratórios, mudanças de instalações e expansão das pesquisas no campo da Química dentro da Universidade de São Paulo, em 1970 foi criado o Instituto de Química da USP ao qual o Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciência e Letras passou a integrá-lo.

Em várias regiões do Brasil foram surgindo os Institutos de Química ou cursos iniciais de Química, se destacando no campo da pesquisa e ensino, contribuindo para a disseminação do conhecimento científico e formação da área de Química.

Quadro 1- Ano/Instituições e/ou cursos criados na área da Química no Brasil

1925	Instituto de Química Industrial da Escola Engenharia no Rio Grande do Sul, posteriormente em 1970, o Instituto de Química.
1958	Instituto de Química da Bahia.
1959	Instituto de Química da Universidade Federal do Rio de Janeiro.
1959	Departamento de Química da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Araraquara, (1961) oferta curso em Química.
1962	Instituto de Química de Campinas-SP.
1968	Instituto de Química e Geociências da Universidade Federal de Goiás, após divisão 1996 Instituto de Química.
1970	Instituto de Química do Rio Grande do Sul.
1970	Instituto de Química da Universidade de São Paulo.
1971	Instituto de Física e Química de São Carlos.
1972	Curso de Química da Universidade Federal de Mato Grosso, (1966) Instituto de Ciências e Letras, (1972) Centro de Ciências Exatas e Tecnologia.
1976	Universidade Estadual de São Paulo e posteriormente Instituto de Química.

Fonte: Quadro produzido pela autora da dissertação.

¹¹“Heinrich Rheinboldt (1891-1955), químico, professor alemão que chegou à Universidade de São Paulo em 1934 para lecionar, dedicou-se a muitas pesquisas no Brasil, foi autor do capítulo sobre a História da Química no Brasil e influenciou vários discípulos e colaboradores junto ao ensino da Química” (SCHEFFER, 1997, p. 89-91).

Todos esses cursos prestaram significativa contribuição ao ensino, pesquisas e experimentação de Química, porém vale ressaltar que não diferente de hoje, muitas dificuldades foram enfrentadas, como laboratórios insuficientes ou pequenos, ausência ou escassez de verbas destinadas à manutenção dos laboratórios, assim como para contratação de professores.

Conforme Silva et al. (2006) foi no século XX que a Ciência Química se estabeleceu de forma definitiva no Brasil, tendo neste século o início da prática da Química como Ciência Moderna e da chamada pesquisa básica, foi a partir dos anos 30 que aconteceu a aceleração para a realização e publicação de trabalhos de pesquisa e formação de estudantes oriundos da pós-graduação. Para que isso se efetivasse, a Química brasileira teve grande contribuição de estudiosos alemães: Heinrich Rheinboldt (1891-1971) realizou várias contribuições para a Química, na Universidade de São Paulo, Heinrich Hauptman (assistente de Rheinboldt), Hans Stammreich, Pawel Krumholz (ministrou os primeiros cursos de Química Quântica na USP), além de Fritz Feigl¹² (1891-1971) para o laboratório de produção mineral do Ministério da Agricultura do Rio de Janeiro.

Vale salientar que nesta mesma época na Alemanha, o partido nazista estava em ascensão e as dificuldades financeiras aumentaram para os alemães, o que gerou várias migrações de alemães para outros países como os vindos para o Brasil. À maioria dos nomes que se destacaram na Química brasileira entre os séculos XVII ao XX era de origem estrangeira, época que na maioria das vezes o conhecimento prático era considerado o mais importante, envolvendo conhecimentos já existentes, não havendo a necessidade de formação de novos profissionais que se destacassem em pesquisa. A formação dos primeiros pesquisadores nacionais em Química demorou a surgir, mais ou menos em meados dos anos 40, do século XX, até porque a pesquisa na área de Química seja a básica ou a aplicada tem sua trajetória inicial exclusivamente nas universidades e centros de pesquisa pública (SILVA et al., 2006).

Ainda no século XX teve destaque a criação da Escola Nacional de Química, no Rio de Janeiro e a Escola de Química Industrial do Pará, que funcionaria de 1921 a 1930 com apresentação de trabalhos de pesquisa sobre produtos naturais da região Amazônica. Nesta mesma década, segundo Porto (2010), a Reforma Francisco Campos, de 1931, recomenda o emprego da História no ensino de Química, pois nesta época o ensino de Química era

¹² “Fritz Feigl (1891-1971), alemão, trabalhou no Brasil entre 1941 e 1971 onde conseguiu realizar trabalhos de pesquisa muito importantes no laboratório de produção mineral do Ministério da Agricultura do Rio de Janeiro. Não foi absorvido por nossas universidades, fato lamentável, o que poderia ter contribuído na formação de novos pesquisadores” (SILVA et al., 2006, p. 66).

orientado a não ensinar apenas os conteúdos, mas também a relacionar-se aos valores das ciências e sua produção histórica.

Além da trajetória histórica da constituição do ensino da Química no Brasil, se torna necessário a compreensão da realidade do ensino médio, o processo histórico de alguns documentos e orientações que influenciaram na organização do Ensino Médio e consequentemente no ensino da Química, que é estudado especificamente nesta modalidade de ensino.

De acordo com Corso e Soares (2014) o censo escolar de 2012 apontou, que dos 10.357.854 jovens brasileiros com idade entre 15 a 17 anos, somente 5.451.576 jovens foram matriculados no Ensino Médio e que 978.540 ainda estão fora da escola. Ainda segundo as autoras, vários são os desafios enfrentados por esta modalidade de ensino, dentre os maiores estão: a necessidade de ampliação da oferta, superação da dualidade curricular, diminuição das taxas de reprovação e de desistência e uma possível definição mais clara de uma identidade que possa contemplar a qualidade de ensino.

Dentro da trajetória histórica dos principais documentos que orientam o Ensino Médio vamos abordar os pontos principais, trazendo algumas reflexões e consequências para o ensino. Com a Lei 5.692/71, nesta época a denominação era 2º grau e a educação aparece pela primeira vez voltada para o trabalho, de acordo com as necessidades do mercado de trabalho, visto que diante da reforma militar da época houve uma proposta de ajuste para o desenvolvimento do país, caracterizado pela intensificação da internacionalização do capital. Esta situação aconteceu num momento em que o Brasil tinha interesse em participar da economia internacional com a necessidade de mão de obra qualificada, principalmente a de nível técnico, fato que explicava a necessidade de ofertar uma formação educacional voltada para a profissionalização com vistas a atender às demandas de desenvolvimento econômico (CORSO; SOARES, 2014).

Com a Lei nº7.033/1982 e os pareceres nº. 45/1972 e nº. 76/1975, se reestabelece a educação geral e o ensino profissionalizante. Frisamos que a dualidade curricular ressurgiu no âmbito da legislação, antes mesmo da Lei nº5.692/1971, estabelecendo a oferta propedêutica para o acesso ao ensino superior e trazendo a mesma ideia do projeto da escola de 2º Grau, com o ensino profissionalizante voltado para o trabalho e a escola propedêutica para a elite (CORSO; SOARES, 2014).

Ainda de acordo com Corso e Soares (2014), a década de 1980, em virtude da proposta educacional contida na Constituição Federal de 1988 e do processo de elaboração de

uma nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, foi marcada pelo embate entre progressistas e conservadores.

Nos anos de 1990 uma série de reformas educativas foram propostas e para o Ensino Médio seguiu-se a recomendação do Banco Mundial, que orientava a separação entre o Ensino Médio e a Educação Profissional. A década de 1990 é marcada pelo neoliberalismo, trazendo uma série de transformações na estrutura política, econômica e sociais nos países da América Latina, causando impactos para a educação.

Com a implementação da LDB nº 9.394/1996, a educação profissional é apresentada como uma modalidade de ensino podendo ser desenvolvida em articulação com o ensino regular ou pela educação continuada. Em 1998 surge as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio garantindo um ensino justaposto e não uma escola unitária, baseada nas orientações do Banco Mundial onde os condicionamentos sociais e históricos são ocultados, responsabilizando os indivíduos a superar as desigualdades sociais.

Já com o Decreto 2.208/1997 houve mudanças em relação ao ensino profissional, podendo o estudante ingressar no ensino profissionalizante só depois de ter concluído o ensino médio. Em mais um momento é perceptível a dualidade estrutural em relação ao ensino médio: um ensino voltado à continuidade de estudo e à educação profissional, voltada à preparação do trabalho (CORSO; SOARES, 2014).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1998) e as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM, 2010) trouxeram uma organização dos currículos por área de ensino: Ciências Humanas e suas Tecnologias; Ciências da Natureza e suas tecnologias, Matemática e suas Tecnologias; Linguagens, Códigos e suas Tecnologias.

Dentre as principais críticas realizadas às DCNEM, nesse conjunto de pesquisas sobre o tema, ressaltam-se três delas, identificadas como as mais recorrentes: a) subordinação da educação ao mercado, ressignificando conceitos como flexibilização, autonomia e descentralização; b) a permanência da separação entre formação geral e formação para o trabalho; c) o poder de indução relativamente limitado das diretrizes (MOEHLECKE, 2012, p. 48).

Conforme Porto (2010), a LDB nº 9.394/1996 orienta para o ensino em que a compreensão do conhecimento científico se dê através da história, sendo resultado de processos complexos de transformação.

De acordo com Lima (2013), nos anos seguintes à LDB, o Ministério da Educação (MEC) implementou uma série de reformas no Ensino Médio, buscando atender às demandas

sociais, culturais e econômicas trazidas pela globalização, assim como atender às exigências do movimento mundial de reformas dos sistemas de ensino. Uma das consequências foi várias modificações no currículo e nos livros didáticos, tentando romper com o tradicionalismo vigente na educação.

Toda essa trajetória do Ensino Médio em suas contradições e no contexto do capitalismo traz a exigência do perfil de um estudante e, ao mesmo tempo, de um futuro trabalhador, mostrando que a questão social da formação, da habilitação profissional e educacional tem sido transferida para o plano individual, com interesses voltados ao capital especulativo. Como consequência dessas mudanças e reformas, podemos dizer que a escola dentro da sociedade capitalista foi atingida promovendo degradação da qualidade das relações de trabalho, aumentando os níveis de precarização e exploração do trabalho, não garantindo integração social e trazendo consequências seríssimas para o processo de ensino-aprendizagem (CORRÊA, 2008).

Segundo Silva et al., (2006), não se pode discutir a história do ensino de Química no Brasil sem mencionar a grande influência dos eventos e entidades científicas. A Associação Brasileira de Química (ABQ), fundada em 1951, nasce da união da Sociedade de Química, criada em 1922, e da Associação Química do Brasil, fundada em 1939. O primeiro Congresso Nacional de Química foi realizado em 1922, fazendo parte das comemorações do centenário da independência do Brasil, reunindo várias instituições brasileiras.

A Revista Brasileira de Química era publicada pela Sociedade Brasileira de Química e a partir de 1933 passou a se chamar Revista da Sociedade Brasileira de Química. Outra revista de destaque foi a Revista de Química e Farmácia, publicada na década de 1930, no Rio de Janeiro.

Ainda segundo Silva et al., (2006), o ensino de Química começa a se consolidar como campo da pesquisa no Brasil a partir dos anos 1980 e o que contribuiu para que isto se efetivasse foi o surgimento de alguns eventos na área do ensino de Química. A partir do Primeiro Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), realizado em 1980 no Rio Grande do Sul e o Primeiro Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ), realizado em 1982 na cidade de Campinas, em São Paulo (SCHNETZLER, 2010).

A partir destes, outros encontros foram acontecendo: Encontros Regionais, Encontro Sudeste de Ensino de Química (ESEQ), Encontro Norte-Nordeste de Ensino de Química (ENNEQ) e o Encontro Centro-Oeste de Debates sobre o Ensino de Química (ECODEQ).

Também é preciso realçar a importância do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

Em 1988 houve a constituição da Divisão de Ensino de Química (DEQ) na Sociedade Brasileira de Química (SBQ) durante a XI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química (RASBQ). A partir daí, podemos perceber que houve um crescente interesse na área do ensino da Química, a centralidade e as várias ações da DEQ contribuiu para o desenvolvimento das pesquisas e disseminação do ensino de Química pelo Brasil. Em julho de 1988 é criada a Divisão de Ensino na Sociedade Brasileira de Química.

Nesta nossa difícil caminhada, precisávamos de muitos outros parceiros. Por isso, decidimos investir na realização de Encontros Nacionais e Regionais de Ensino de Química neste imenso país. Se no I Eneq, em 1982, na Unicamp, éramos 253 participantes, a partir do X os números cresceram para 800, 1000 no XI, 1324 no XII e 1260 no XIII, em 2006. Na realização desses encontros e na proposição e desenvolvimento de outras importantes ações, como a criação, em 1995, da Revista Química Nova na Escola, dirigida a professores de Química e a cursos de Licenciatura em Química, a ED/SBQ exerceu e tem exercido um significativo papel (SCHNETZLER, 2010, p. 61).

O século XXI é marcado por constantes desafios para o ensino da Química, além dos problemas aliados a inovações tecnológicas, a falta de professores bem preparados e formados na área específica é um dos problemas que perpassam o ensino da química desde os séculos anteriores no Brasil.

Rossi e Ferreira (2008) afirmam que o déficit de professores formados nas áreas de Física, Química e Matemática são grandes. Num levantamento realizado sobre os professores de Química entre os anos de 1990 e 2001 para o atendimento do Ensino Médio, mostrou que a demanda hipotética seria em torno de 55 mil professores, porém no mesmo período citado havia pouco mais de 15 mil licenciados em Química formados.

Acreditamos que a formação teórico-prática e a formação continuada são os maiores desafios que a educação tem a percorrer neste século, principalmente no ensino de Química que trabalha com vários modelos, teorias e fórmulas. Como assinala Schnetzler (2010), o nível teórico-conceitual da Química permite a elaboração, previsões e interpretações sobre os fenômenos que nos rodeiam, assim, é possível que o nível de abstração exigido para o processo de ensino-aprendizagem em Química é muito maior para a compreensão dos conteúdos.

Desta forma, tudo isso demanda para os professores uma formação teórico-metodológica necessária para levar um ensino que contempla a formação de conceitos

científicos para os estudantes. Entendemos que esta ideia vai ao encontro do que o nosso trabalho propõe a colaborar, reforçando a ideia de que a escola precisa realmente contribuir com a formação e disseminação dos conhecimentos científicos. Outra questão sobre a formação é o que diz respeito à organização curricular, com a expansão e criação de novas Instituições de Educação Superior, novas vagas de licenciatura surgiram, o que levou a contratação de docentes para a área de ensino de Química.

Rossi e Ferreira (2008) nos ajudam a refletir sobre como a organização curricular influencia no perfil desses professores formados. Várias discussões a respeito disso precisam ser realizadas e analisadas em conjunto com vários profissionais e estudiosos da área, pois a maneira que os conteúdos estão sendo trabalhados, seja na universidade ou nas escolas, está sendo considerados inúteis, principalmente para a formação de conceitos científicos.

Compreender o desenvolvimento histórico da Química como ciência e como disciplina escolar foi fundamental para que possamos identificar as possíveis contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química no Ensino Médio; pois compreender a história da ciência que se quer ensinar é, para Davidov (1988), fundamental para que os professores consigam identificar quais são os principais conceitos a serem ensinados.

A revisão bibliográfica da produção do conhecimento sobre o ensino de Química na Região Centro-Oeste, que apresentaremos a seguir, também ajudará a problematizar e compreender melhor o ensino de Química na atualidade.

1.3. A produção acadêmica sobre o ensino de Química na Região Centro-Oeste: concepções e perspectivas

Para alcançarmos o objetivo de problematizar e compreender o ensino de Química na atualidade foi imprescindível realizar uma revisão bibliográfica sobre o ensino de Química. Desse modo, realizamos um levantamento das teses e dissertações sobre as temáticas produzidas pelos Programas de Pós-Graduação em Educação, em Educação e/ou Ensino de Ciências e em Educação e/ou Ensino de Química da Região Centro-Oeste, no período de 2011 a 2015.

Identificamos as instituições de ensino superior (públicas ou privadas) da Região Centro-Oeste que possuem programas de pós-graduação nas áreas acima mencionadas, conforme o quadro apresentado a seguir.

Quadro 2 – Programas de Pós-Graduação da Região Centro-Oeste

IES	SIGLA	UF	PROGRAMA	LINHAS
Universidade de Brasília	UNB	DF	Programa de Pós-Graduação em Educação	Formação de professores de Ciências da Natureza.
Pontifícia Universidade Católica de Goiás	PUC-GO	GO	Programa de Pós-Graduação em Educação	O programa não possui linha específica de ensino de Ciências ou ensino de Química.
Universidade Federal de Goiás	UFG	GO	Programa de Pós-Graduação em Educação	O programa não possui linha específica de ensino de Ciências ou ensino de Química.
Universidade Federal de Goiás	UFG	GO	Programa de Pós-Graduação em Ciências e Matemática-PPGECM	Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática; Educação em Ciências e Matemática e Meio Ambiente.
Instituto Federal de Goiás	IFG	GO	Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática	Ensino de Física; Educação Matemática; Ensino de Química; Educação Ambiental, Cidadania e Sustentabilidade.
Universidade Estadual de Goiás	UEG	GO	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências	Formação de professores em ensino de Ciências.
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul	UFMS	MS	Programa de Pós-Graduação em Educação	Ensino de Ciências e Matemática.
Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul	UEMS	MS	Programa de Pós-Graduação Ensino de Ciências Naturais e Matemática	Epistemologia e Ensino de Ciências Naturais e Matemática; Divulgação Científica e Ensino de Ciências.
Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT	MT	Programa de Pós-Graduação em Ciências Naturais	Formação de professores para o Ensino de Ciências Naturais (estudo de técnicas, instrumentos e teorias).
Universidade Estadual de Mato Grosso	UNEMAT	MT	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática	Ensino, Aprendizagem e Formação de Professores em Ciências e Matemática; Tecnologias Digitais no Ensino de Ciências e Matemática.
Convênio entre a Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC) e a Universidade Federal de Mato Grosso	REAMEC /UFMT	MT	Programa Especial de Doutorado em Educação em Ciências e Matemática	Formação de professores para a Educação em Ciências e Matemática; Fundamentos e Metodologias para a Educação em Ciência e Matemática.

Convênio entre a Universidade de Cuiabá e o Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso	UNIC/IFMT	MT	Programa de Pós-Graduação em Ensino	Ensino de Matemática, Ciências Naturais e suas Tecnologias.
--	-----------	----	-------------------------------------	---

Como o número de dissertações e teses encontradas foi considerável, a análise não poderia ser feita detalhadamente com a leitura de cada trabalho de dissertação ou tese, por isso optamos pela análise do título, palavras-chave e resumos desses trabalhos. A análise das dissertações e teses objetivou identificar as concepções e propostas de ensino apresentadas pelos pesquisadores, bem como identificar se há pesquisas fundamentadas na teoria histórico-cultural e/ou na teoria do ensino desenvolvimental.

A revisão bibliográfica foi realizada através do Sistema de Publicação Eletrônica de Teses e Dissertações (TEDE) de cada instituição. Os dados bibliográficos foram sistematizados e organizados por instituição e elaboramos uma ficha descritiva de cada trabalho com os seguintes elementos: título, ano da defesa, objeto de pesquisa, palavras-chave, metodologia e resultados. Para Delizoicov (2004), para que avancemos no ensino de Ciências Naturais no Brasil, é necessário que sejam realizadas constantemente pesquisas sobre a revisão bibliográfica de diversas áreas do conhecimento.

Em nossa revisão encontramos trabalhos que fazem a caracterização das pesquisas já produzidas para o ensino da Química e do ensino das Ciências, como o de Dentz; Truccolo (2010), Francisco; Alexandrino; Queiroz (2015), Megid (1999), que nos trouxeram a seguinte reflexão, o de quanto é imprescindível conhecermos as tendências atuais no campo teórico investigado, assim como os aportes teóricos metodológicos mais utilizados para a área pesquisada. Além disso, apontar o quanto é desafiador buscar o que ainda não foi pesquisado e poder divulgar para a sociedade visando a contribuição para a Ciência.

Identificamos um total de 68 dissertações e duas teses sobre o ensino de Química na Região Centro-Oeste no período de 2011 a 2015, conforme a tabela abaixo:

Tabela 1 - Quantidade de dissertações e teses sobre o ensino de Química produzidas na Região Centro-Oeste no período de 2011 a 2015

Instituição	Número de dissertações	Número de teses
IFG	3	-
REAMEC/UFMT	-	2
UFG	16	-
UFMS	14	-
UFMT	9	-
UnB	26	-
TOTAL	68	2

A Tabela 1 revela o grande número de dissertações e o pequeno número de teses. A única pesquisa de doutorado que encontramos é da Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática (REAMEC), que possui um Programa Especial de Doutorado em Educação em Ciências e Matemática destinado à formação de pesquisadores nas licenciaturas de Biologia, Física, Matemática e Química. Esse programa é oferecido e coordenado pela Associação de Instituições de Educação Superior da Amazônia Legal Brasileira.

Quadro 3 – Dissertações e teses sobre o ensino de Química produzidas na Região Centro-Oeste no período de 2011 a 2015

Ordem	Data da defesa	TÍTULO	AUTORA/AUTOR	IES
1	24/03/11	Nutrição para a promoção da saúde: um tema químico social auxiliando na compreensão do conceito de transformação química.	Adriana Zechlinski Gusmão Pedrotti	UNB
2	08/07/11	Ligação metálica: uma proposta de material didático de apoio ao professor em sala de aula.	Elisangela Pariz	UNB
3	19/03/12	Química, Ambiente e atmosfera: estratégias para a formação docente em Química.	Eleandro Adir Philippsen	UNB
4	27/04/12	Elaboração do componente curricular “Química para o Ensino Técnico utilizando princípios da politécnica”.	Aglailson Glêdson de Oliveira	UNB
5	27/07/12	Atividades experimentais de Química em perspectiva problematizadora: oportunidade de promoção do diálogo entre professor e alunos.	Georgia Monique Rodrigues Castelo Branco	UNB
6	27/07/12	Divulgação científica na formação inicial de professores de Química.	Verenna Barbosa Gomes	UNB
7	27/08/12	A experimentação para alunos com deficiência visual: proposta de adaptação de experimentos de um livro didático.	Joaquim Dantas Neto	UNB
8	19/09/12	Página Web com conteúdos de Química acessível a estudantes com deficiência visual.	Grazielle Alves dos Santos	UNB
9	26/11/12	Formação continuada para professores de Ciências nas séries iniciais: uso de modelos e modelagens para introdução de conceitos químicos.	Delzemar Prates Alves	UNB
10	27/03/13	Metodologia alternativa para abordagem introdutória da Química Orgânica: aplicação	Renata Sampaio Cardim	UNB

		e avaliação de uma experiência didática.		
11	17/04/13	Tessituras sobre o uso de um ambiente virtual de aprendizagem na progressão parcial com dependência em Química.	Adriana Helena Teixeira	UNB
12	05/07/13	Ensino de Química e educação alimentar: um texto de apoio ao professor de Química sobre rótulo e rotulagem de embalagem de alimentos.	Cleoman da Silva Porto	UNB
13	02/08/13	Experimentação do ensino noturno: uma proposta para o ensino de Química.	Jone Júnior Neres Souza	UNB
14	05/08/13	Ensino de Química na Educação de Jovens e Adultos: o uso de alguns materiais da construção civil numa perspectiva politécnica.	Carlos Alberto Inácio de Alvinco	UNB
15	23/08/13	Química no Ensino fundamental: proposta de formação continuada para professores de Ciências nas séries finais.	Marta de Oliveira Veloso Pena	UNB
16	23/08/13	Um novo olhar sobre o tema medicação no Ensino de Química: uma proposta de educação para a saúde.	Aline Souza de Camargo	UNB
17	29/08/13	Abordagem de temas CTS em uma escola particular: análise de uma experiência vivenciada.	Ana Karoline Maia da Silva	UNB
18	11/11/13	Avaliação do uso de modelos concreto-mistos no ensino do conceito de isomeria óptica, na perspectiva de professores de Química do ensino médio do DF.	Nélio Soares Machado	UNB
19	05/12/13	Tabela periódica: uma investigação de como a experimentação, a história da Ciência e o pensamento por conceitos contribuem no processo ensino-aprendizagem.	Rafael Abdala Mendonça Ribeiro	UNB
20	16/12/13	Animação digital para apresentação da Química no cotidiano.	Diogo Bacellar Sousa	UNB
21	16/12/13	Uma proposta de ambiente virtual de aprendizagem no ensino de conceitos relacionados a equilíbrio químico.	Zaira Zangrado Cardoso	UNB
22	01/07/14	A fermentação alcoólica como estratégia no ensino de transformação química no nível médio em uma perspectiva interdisciplinar.	Flávia Tocci Boeing Duarte	UNB
23	05/08/14	Proposta de um jogo didático para o ensino de estequiometria que favorece a inclusão de alunos com deficiência visual.	Laianna de Oliveira Silva	UNB
24	24/04/15	A abordagem de modelos atômicos para alunos do 9º ano do ensino fundamental pelo uso de modelos e modelagem numa perspectiva histórica.	Jessika Silva de Andrade	UNB
25	10/07/15	A transição entre os níveis: macroscópico, submicroscópico e representacional: uma proposta metodológica.	Mayara Soares de Melo	UNB
26	03/08/15	Processos argumentativos em aulas de Química sobre o tema sociocientífico “suplementação alimentar: uma proposta para o ensino médio”.	Joanna de Paoli	UNB
27	18/11/11	A aprendizagem colaborativa como método de apropriação do conhecimento químico em sala de aula.	Vitor de Almeida Silva	UFG/PPG ECM
28	05/03/12	Abordagem ambiental nos livros didáticos de Química aprovados pelo PNLEN/2007: princípios da carta de Belgrado.	Karla Ferreira Dias	UFG/PPG ECM

29	19/03/12	Formação entre pares na universidade: análise das interações discursivas com vistas à aprendizagem de conceitos científicos em um grupo de estudos.	Amanda Tavares Naves	UFG/PPG ECM
30	31/10/12	Jogos teatrais no estudo da construção histórica do conhecimento sobre modelos atômicos no ensino fundamental.	Rita de Cássia Balieiro Rodrigues	UFG/PPG ECM
31	15/02/13	Análise do contexto de produção do texto de um referencial curricular oficial de Química para o ensino médio em Goiás.	Ramon Marcelino Ribeiro Júnior	UFG/PPG ECM
32	01/04/13	A mediação semiótica de instrumentos culturais na aprendizagem do conceito de radioatividade no ensino médio.	Ivan Carlos Pereira Gomes	UFG/PPG ECM
33	07/11/13	Abordagem contextual no capítulo de soluções em livros didáticos de Química aprovados pelo PNLD/2012.	Maycon Batista Leite	UFG/PPG ECM
34	13/03/14	Estudos sobre a formação de professores de Ciência no contexto da Lei 10.639/03.	Ellen Pereira Lopes de Souza	UFG/PPG ECM
35	23/09/14	Robótica educacional aplicada ao ensino de Química: colaboração e aprendizagem.	Carlos Antônio Pereira Junior	UFG/PPG ECM
36	20/10/14	O lúdico em ensino de Química: um estudo do estado da arte.	Edna Sheron da Costa Garcez	UFG/PPG ECM
37	19/06/15	Jogos pedagógicos no processo de ensino e aprendizagem em Química na modalidade Educação de Jovens e Adultos.	Ana Flávia Souza Miranda	UFG/PPG ECM
38	28/08/15	Contribuições do estudo de discursos ambientais de futuros professores de Ciências/Química para uma abordagem crítica da educação ambiental.	Jennifer Santos de Oliveira	UFG/PPG ECM
39	21/09/15	Investigação de uma disciplina experimental optativa no contexto do PIBID UFG: Uma leitura a partir das relações socioafetivas.	Layla Karoline Tito Alves Rocha	UFG/PPG ECM
40	22/09/15	Enquanto isso na sala de justiça... Histórias em quadrinhos no ensino de Química.	Thaiza Montine Gomes dos Santos Cruz	UFG/PPG ECM
41	24/09/15	O ensino de Química na Educação de Jovens e adultos: estudos sobre o conceito de substância.	Viviane Soares do Nascimento	UFG/PPG ECM
42	28/09/15	Formação docente: As TIC como alternativa para a experimentação no ensino de Química.	Luciene Pereira da Silva Gonçalves	UFG/PPG ECM
43	11/2014	Terminologias no ensino de Química para surdos em uma perspectiva bilíngue.	Anahê Netto Leão Marques	IFG
44	03/09/15	O ensino de Química no curso de secretariado na modalidade EJA do IFG Campus Jataí: proposta de material didático.	Hailton Ferreira Pereira	IFG
45	06/11/15	Uso de vídeos como atividade experimental demonstrativa no ensino de Química.	Anna Gabriella da Silva Oliveira	IFG
46	28/01/11	O ensino do tema polímeros na perspectiva da educação dialógica com enfoque CTS: reflexões e ações.	Adriana Marques de Oliveira	UFMS
47	03/05/11	Equação de autodepuração da água (modelo de Streeter-Phelps): uma abordagem dos conceitos de cinética Química integrada à Educação ambiental.	Ana Lúcia Custódio Lopes	UFMS
48	12/05/11	Sequência didática investigativa em aulas experimentais no ensino médio de Química para compreensão do termo extração e os fatores que ocorrem durante a destilação por arraste a vapor aplicando o padrão	Dine Cristina Araújo Domingo	UFMS

		argumentativo de Toulmin.		
49	2011	Águas que queimam: percepção e sequência didática sobre agrotóxicos em uma escola rural de Ponta Porã, MS.	Karen Gomes da Silva Rondelli	UFMS
50	04/12	Modelo científico explicativo da molécula do benzeno material didático estruturado na história da ciência.	Maria Ester Centurião Benites Garcia	UFMS
51	2012	Utilização de um software de Hipermídia para o ensino do conceito de equivalência, massa e energia em uma turma de 2ª série do Ensino Médio.	Kamila Rodrigues Coelho	UFMS
52	30/08/13	Vídeos de experimentos demonstrativo-investigativos: um estudo de signos produzidos por alunos de ensino médio sobre o tema combustão.	Milton Basto Lira	UFMS
53	09/12/13	Visão da Educação ambiental em cursos de formação de professores da UFMS.	Ana Maria Almeida Rosa	UFMS
54	27/02/14	Eletroquímica: Um grande choque-Webquest para construção de conhecimentos de Química no ensino médio.	Aparecido Antônio Borges Pereira	UFMS
55	07/03/14	Agrotóxicos: meu bem, meu mal? Incentivo ao Ensino de Ciências, Saúde e Meio Ambiente.	Laura Caroline Held	UFMS
56	12/03/14	Contextualização do ensino de termoquímica por meio de uma sequência didática baseada no cenário regional “Queimadas” com a utilização de experimentos investigativos.	Marisa Borges Lorenzoni	UFMS
57	14/03/14	Nylon-forte como aço, delicado como uma teia. Uma Webquest para o ensino de polímeros com abordagem CTS.	Oribes Pancrácio de Souza	UFMS
58	11/09/14	Formação continuada de professores de Química do ensino médio para a realização de experimentos investigativos com materiais de baixo custo.	Luciana Rafael Fregotto	UFMS
59	12/12/14	A formação de professores de Ciências: reflexões a partir da construção de um jogo sobre os ciclos biogeoquímicos.	Cristiane Miranda Magalhães Gondin	UFMS
60	01/08/12	Equimídia: uma hipermídia como estratégia pedagógica no ensino de equilíbrio químico.	Edimarcio Francisco da Rocha	UFMT
61	08/03/13	Hipermídia termoquim: uma estratégia pedagógica para o ensino de Química.	Mônica Santana Cardoso	UFMT
62	12/07/13	Modelo atômico quântico: uma alternativa para introdução no ensino médio.	Jairo Luiz Medeiros Aquino Junior	UFMT
63	14/02/14	Quimilig@: contribuições de um guia didático para o ensino de interações atômicas e moleculares na educação básica.	Cláudia Regina Soares Magnani	UFMT
64	11/06/14	Quimigui@: uma estratégia para elaboração de materiais didáticos textuais de Química.	Sonia Biaggi Alves de Alencar	UFMT
65	14/08/15	Sua majestade a soja: um paradidático como estratégia pedagógica para o ensino de Química em Mato Grosso.	Daiana Dal Pupo	UFMT
66	28/08/15	Na trilha da aventura: contribuições do role playing game (RPG) como um guia didático para o ensino de Química.	Jeferson Lucas Zanin	UFMT
67	10/09/15	Espia-lá: Um aplicativo educacional em dispositivo móvel que organiza e facilita o acesso a produtos educacionais.	Érika Cassia de Almeida Soares Kurpel Daron	UFMT
68	08/12/15	Experimentoteca culinária: uma perspectiva lúdica na discussão do conceito de reação	Adão Luiz Patrocino	UFMT

		química na formação continuada de professores.		
69	05/12/14	Dispositivos móveis no ensino de Química: o professor formador, o profissional de informática e os diálogos possíveis.	Liliane da Silva Coelho Jacon	REAMEC/UFMT
70	20/02/15	O diálogo entre saberes primevos, acadêmicos e escolares: potencializando a formação inicial de professores de Química na Amazônia.	Célia Maria Serrão Eleutério	REAMEC/UFMT

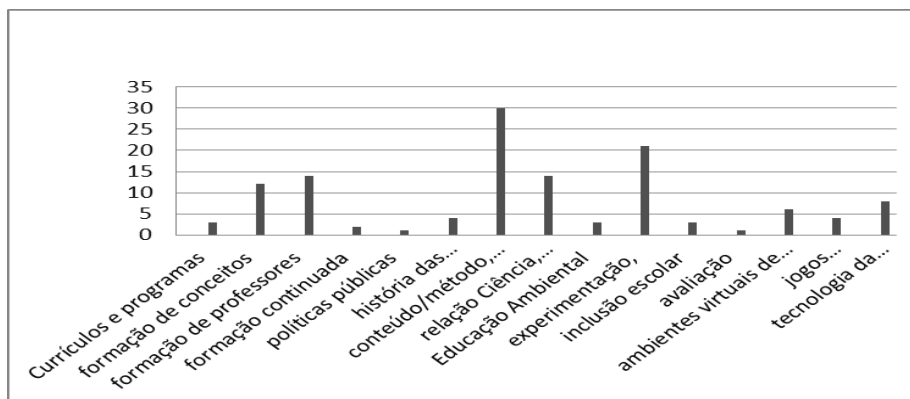
Bejarano e Carvalho (2000), ao realizarem um estado da arte das teses e dissertações sobre a Educação Química no período de 1970 a 1995, constataram que em 25 anos foram produzidos apenas 70 trabalhos. Duas décadas depois vemos que esse é o número de produções num período de cinco anos e em apenas uma região do país.

Dos doze programas de pós-graduação que produziram dissertações e teses sobre o ensino de Química, seis são acadêmicos e seis são profissionais. Quatro programas são recentes e não apresentaram até o ano de 2015 dissertações ou teses defendidas sobre o ensino de Química. Encontramos um total de seis dissertações sobre o ensino de Química em que os autores afirmam fundamentar-se na teoria histórico-cultural: três na UFG, duas na UnB e uma na UFMS. Não encontramos nenhuma dissertação ou tese que apresentasse abordagem conceitual na teoria do ensino desenvolvimental.

O Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UnB foi o que produziu a maior quantidade de dissertações sobre o ensino de Química no período, um total de 26 dissertações. Este dado revela a importância deste programa, criado em 2003, para o campo da pesquisa sobre o ensino de Química no Brasil.

Como houve um grande número de trabalhos, procuramos dividir as áreas de interesses em descritores segundo os seguintes focos temáticos: currículos e programas, formação de conceitos, formação de professores, formação continuada, políticas públicas, história das Ciências/Química, conteúdo/método, relação Ciência, Tecnologia e Sociedade, Educação Ambiental, experimentação, inclusão escolar, avaliação, ambientes virtuais de aprendizagem, jogos didático-pedagógicos, tecnologia da informação e comunicação. Conforme a figura abaixo, vamos verificar o número de produções de pesquisas para o ensino de Química dos Programas de Pós-Graduação da região Centro-Oeste, dos anos de 2011 a 2015, conforme os focos temáticos de pesquisa mencionados anteriormente:

Figura 1 - Distribuição das dissertações e teses em função dos focos temáticos.



A análise do gráfico da Figura1 foi baseada na leitura do título, palavras-chave e resumo dos 70 trabalhos pesquisados. É importante mencionarmos que para um mesmo trabalho apareceram vários focos temáticos, portanto o número total do que aparece para os descritores do foco temático não coincide com o número total de trabalhos pesquisados por conta desse fator mencionado. Como podemos perceber o foco temático mais pesquisado na região Centro-Oeste no período analisado foi conteúdo/método/metodologia, aparecendo 30 vezes.

Sendo assim, a maioria dos trabalhos traz o ensino dos conteúdos com as seguintes propostas: sequências didáticas; produção de softwares ou de material didático para o ensino e propostas de metodologias de ensino, bem ricas e diversificadas; ensino contextualizado com a tecnologia; projetos interdisciplinares; ensino por projetos; construção de modelos; atividades experimentais; atividades problematizadoras; ensino em ambientes virtuais de aprendizagem; propostas de reorganização dos conteúdos da disciplina, aprendizagem colaborativa; análise de interações discursivas nas aulas; robótica educacional; jogos pedagógicos; ludicidade no ensino; uso de aplicativos e de tecnologias da comunicação e da informação. Em segundo lugar aparece o foco temático da experimentação (21 dissertações) e em terceiro lugar, o foco temático que mais aparece nos trabalhos é a formação de professores (14 dissertações). A abordagem qualitativa foi a metodologia de pesquisa mais utilizada pelos pesquisadores, aparecendo 45 vezes como metodologia de pesquisa.

Encontramos poucas pesquisas na Região Centro-Oeste com foco na história e/ou a filosofia da ciência Química e com o tema da avaliação. E nenhuma pesquisa que tenha trabalhado a avaliação, seja dos conteúdos ensinados em sala de aula ou abordando o desempenho dos estudantes em Química na avaliação em larga escala mais importante do Ensino Médio – o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM).

Portanto, podemos afirmar que ainda são poucas as teses sobre o ensino de Química, nossa revisão bibliográfica revela que na Região Centro-Oeste são poucos os programas que ofertam doutorado em Educação e/ou Ensino de Ciências Naturais e/ou Ensino de Química. Também pudemos constatar que ainda são em pequeno número as pesquisas sobre o ensino de Química fundamentado na teoria histórico-cultural e não encontramos nenhuma dissertação ou tese a respeito do ensino desenvolvimental no ensino de Química, o que ressalta a importância desta investigação.

CAPÍTULO II

ENSINO PARA O DESENVOLVIMENTO: FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS, PSICOLÓGICOS E PEDAGÓGICOS PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS NO ENSINO DE QUÍMICA

As análises que empreendemos no capítulo anterior, a respeito do desenvolvimento histórico da Química como ciência e da Química como disciplina escolar, bem como a revisão bibliográfica do atual estado da produção do conhecimento sobre o ensino de Química na Região Centro-Oeste, nos últimos cinco anos, nos ajudam a construir um panorama geral do ensino de Química na atualidade. Esse panorama é fundamental para que possamos realizar problematizar o ensino de Química, evidenciando a necessidade de compreensão do processo de ensino e aprendizagem escolar a partir dos fundamentos epistemológicos, psicológicos e pedagógicos da teoria do ensino desenvolvimental, que apresentaremos neste capítulo.

2.1 Fundamentos psicológicos da teoria do ensino desenvolvimental: pensamento e palavra, conceitos espontâneos e conceitos científicos e atividade de estudo

O ensino de Química permite aos estudantes conhecer, explicar e interpretar fenômenos que ocorrem na natureza e fenômenos que são resultados da criação humana, da ação humana sobre a natureza, que estão refletidos na forma da construção teórica da ciência. Transmitir os conhecimentos científicos acumulados é uma necessidade histórica, dessa transmissão depende não só o desenvolvimento da ciência Química, mas o desenvolvimento de cada ser humano e de toda a humanidade.

A educação escolar, nesse sentido, tem relevância central nesse duplo processo objetivo e subjetivo de desenvolvimento da humanidade. Pela mediação pedagógica do professor, a ciência é apresentada aos alunos sob a forma de conceitos científicos que, no caso da Química, estão organizados em três níveis de abordagem: nível macroscópico, nível microscópico e nível das representações. Os conteúdos que se situam nos níveis microscópicos e das representações são sempre considerados os de maior dificuldade de aprendizagem, por serem caracterizados por um alto grau de abstração.

Schenetzler (2010) afirma que o ensino de Química tem como objetivo principal levar os estudantes a compreensão da constituição, das propriedades e das transformações das substâncias e materiais nos três níveis de conhecimento químico: o fenomenológico, o

representacional e o teórico-conceitual. Por ser necessário apresentar muitos conceitos a partir de modelos e representações, estes três níveis precisam estar muito bem articulados, pois o que revela que o estudante está formando o conceito científico é a capacidade de compreender o fenômeno químico nestas três dimensões ao mesmo tempo e não separadamente.

Segundo Chassot (1995), a educação escolar no mundo ocidental tem como uma de suas fontes de origem a igreja católica, que para o autor influenciou negativamente o ensino das ciências da natureza nas escolas e universidades, pois constituiu um “modelo” de mundo natural estático, regular, frio e inacessível. O autor afirma que não é possível ensinar ciências naturais como se estivéssemos apresentando uma infinidade de coleções biológicas, físicas e químicas que precisam ser memorizadas pelos estudantes, afirmando que a complexidade e a inter-relação entre os conceitos, o homem, a natureza e a sociedade devem ser a base sobre a qual se dará o trabalho pedagógico.

Em uma pesquisa feita pelo autor com 84 estudantes universitários, foi perguntado a estes para que servira o conhecimento em Química que aprenderam no Ensino Médio. A maioria (60%) respondeu que não serviram para nada, 20% disseram que aprenderam Química como conhecimento geral e os outros 20% afirmaram que os conteúdos aprendidos serviram para que passassem no vestibular.

Chassot (1995) afirma que em se tratando de professores de Química as respostas não foram muito diferentes: a maioria dos professores com os quais o autor conversou disseram que ensinam Química com o objetivo de preparar para o vestibular, apenas alguns mencionaram a importância do conhecimento desta ciência para a vida ou para o trabalho.

Em relação à forma como os professores ensinam o uso do livro didático, a experimentação e as aulas práticas em laboratório aparecem em primeiro lugar, segundo pesquisa realizada por Zanon (2008). A autora questiona o fato da experimentação, seja em sala de aula com materiais simples e adaptados ou em laboratório, ser compreendida pelos professores como algo que por si só faça com que os alunos compreendam os conteúdos. Concordamos com a autora, não basta que uma demonstração seja apresentada pelo professor ou feita pelos estudantes para que a compreensão do conceito seja realmente alcançada.

Para Maldaner et al., (2007), a maneira como o ensino de Química tem sido realizado não ajuda os alunos a formarem o pensamento químico sobre o mundo, ensina-se muitos conteúdos, mas quase sempre estes são apresentados descontextualizados e prontos. Para Schroeder (2008), a escola, mesmo sendo compreendida como o lugar ideal da socialização dos conhecimentos científicos e culturais acaba tornando desinteressante e sem sentido a aprendizagem do grande número de disciplinas que oferece.

[...] o conhecimento químico deveria ser trabalhado dentro de uma concepção de ciência que explicita seu papel social, o que significa a sua contextualização sócio-histórica. Tal concepção está inclusa em outro importante objetivo do ensino em questão, qual seja, o de compreender a ciência como uma atividade humana resultante de um processo de construção social (SANTOS; SCHNETZLER, 1997, p. 95).

Essa situação do ensino de Química apresentada pelos pesquisadores da área nos leva a refletir sobre a questão da formação dos professores, pois se queremos transformar esta realidade por meio de uma proposta de ensino que ajude os professores a superarem o ensino tradicional, é preciso atentar para a formação tanto inicial quanto continuada dos professores de Química.

De acordo com Limonta e Silva (2013), ensinar não é apenas transmitir fatos, dados e informações, mas levar o estudante a estabelecer relações e a fazer sínteses, a conhecer o mundo em que vive de maneira científica e não apenas superficialmente. Para Sforzi (2004), ensinar conceitos científicos na escola não pode ser uma atividade pragmática, utilitarista e sem sentido – ensinamos para desenvolver nos alunos, novos e complexos significados e isso vai ajudá-los a sair da pura percepção sobre o mundo e avançar na sua compreensão.

Nesse sentido, para poder planejar o ensino que se adianta ao desenvolvimento é necessário compreender o que é o desenvolvimento, assim como sobre a formação dos conceitos científicos no processo do ensino escolar, conhecimento que para nós está sintetizado na teoria histórico-cultural.

Uma das principais concepções que sustentam nossa pesquisa é a proposição feita por Vigotski (2001), de que o principal papel da educação escolar é promover a formação dos conceitos científicos como forma mais aprimorada de desenvolvimento do psiquismo humano, da subjetividade e, conseqüentemente, da personalidade das pessoas. Acreditamos que essa premissa deve ser o ponto de partida para pensarmos o ensino desenvolvimental de Química, que é sobre o que trataremos a seguir.

A teoria histórico-cultural do desenvolvimento surge no contexto da Revolução Russa, de 1917 e do intenso processo de organização econômica, política e cultural da União Soviética, que se seguiu à revolução. Após o período revolucionário, inicia-se um intenso debate entre os cientistas a respeito da crise das teorias psicológicas, que não poderiam mais ajudar a explicar a subjetividade humana em um país socialista. O comportamento psicológico humano, que até então era explicado de forma fisiológica ou idealista, necessitava de uma nova ciência psicológica que pudesse ajudar na compreensão do homem não apenas como ser biológico, mas como ser histórico e social (TULESKI, 2008).

Por volta de 1924, Lev Semionovitch Vigotski propõe a construção de uma psicologia baseada no materialismo histórico dialético para a explicação da origem e do desenvolvimento do psiquismo humano, apontando o princípio social da formação da consciência. Nasce, nesse momento, uma escola psicológica que seria conhecida mais tarde como teoria histórico-cultural. Delari Junior (2013) afirma elementos essenciais originalmente levantados por Vigotski que deram rumo à teoria histórico-cultural: a relação entre pensamento e linguagem, a gênese da consciência humana nas práticas sociais e a relação entre conceitos espontâneos e conceitos científicos na formação e no desenvolvimento das funções psíquicas superiores.

Vigotski nasceu em uma família de origem judaica na cidade de Gomel, Bielorrússia, em 1896. Concluiu seus estudos iniciais aos 17 anos e foi para Moscou em 1913, para a Faculdade de Medicina da Universidade Imperial e transferiu-se logo em seguida para o curso de Direito na mesma universidade. Também estudou História e Filosofia num centro de ensino considerado de excelência na Universidade Popular Chaniavski. Ao retornar para Gomel, em 1917, assumiu diferentes funções na área da educação e em diversas atividades culturais, em plena revolução socialista. Suas atividades culturais, de ensino e pesquisa no instituto de formação de professores de Gomel renderam-lhe, em 1924, um convite para fazer parte da equipe de pesquisadores do Instituto de Psicologia de Moscou (PRESTES; TUNES; NASCIMENTO, 2015).

É um autor que fez grandes contribuições para a Psicologia e a Educação, mas suas obras sofreram censuras em diferentes períodos históricos, na própria URSS e em diversos países do ocidente. Na URSS a obra de Vigotski foi proibida após o decreto de 1936 que banuiu os estudos da Pedologia, área do conhecimento que se dedicava ao estudo do desenvolvimento da criança e a qual o nome de Vigotski estava fortemente vinculado. Havia também um movimento entre os pesquisadores da Psicologia que acusavam a teoria histórico-cultural de ser antimarxista, o que contribuiu para a proibição de suas obras até meados da década de 1950. No ocidente, os textos de Vigotski sofreram constantes cortes e erros de interpretação e tradução, muito recentemente pesquisadores têm tido acesso às obras em sua íntegra, seja em língua espanhola ou língua inglesa.

Após a revolução na Rússia o desafio era conduzir uma nova formação do homem, uma nova educação voltada para a formação da sociedade socialista e esse desafio fez surgir novas interpretações sobre os problemas da consciência e da personalidade humanas. Uma nova abordagem sobre os problemas psicológicos ligados a essa problemática era necessária e foi Vigotski, considerado um líder intelectual na época, que assumiu como tarefa a criação de

uma nova psicologia de base marxista. A psicologia proposta por ele parte dos seguintes princípios: a existência social determina a consciência, cada ser humano é constituído pelo caráter mediatizado das atividades sociais e não há desenvolvimento sem aprendizagem (PRESTES; TUNES; NASCIMENTO, 2015).

Vygotsky, o fundador da teoria histórico-cultural, retomou os estudos de Karl Marx, realizados no século XIX, que apontavam que os homens não são dotados de muita ou pouca inteligência, solidários ou egoístas, plenos ou vazios de aptidões para a poesia, para a música ou para a ciência, devido uma vontade divina, mas devido ao lugar que ocupam nas relações sociais – que, diga-se de passagem, foram criadas pelos homens ao longo da história (CARRARA, et al., p.136, 2004).

Para Vigotski (2001), o ser humano não está biologicamente programado para se desenvolver, com a intenção da superação da ideia de que o ser humano nasce com conjuntos de aptidões e capacidades, Vigotski inicialmente destinou suas produções ao estudo do comportamento humano e ao desenvolvimento do psiquismo, pelas relações do pensamento, linguagem e consciência, o que ele chamou de funções psicológicas superiores. Segundo o autor, é por meio dos signos e significados culturais produzidos historicamente e compartilhados socialmente pelos homens entre si que as funções psicológicas superiores se formam e se desenvolvem.

Conforme Tuleski (2008), Vigotski e seus colaboradores demonstraram por meio de pesquisas experimentais como se dá a formação, a transformação e o desenvolvimento de funções psíquicas como a memória, a abstração, a reflexão, por meio da mediação cultural com signos. Ainda de acordo com Tuleski (2008), para a teoria histórico-cultural apenas a convivência com o grupo social mais imediato ao qual pertence não garante o desenvolvimento máximo das funções psíquicas superiores dos indivíduos. Essas vivências dão origem à formação de conceitos espontâneos que orientam o indivíduo na vida cotidiana, mas não permitem que este faça abstrações generalizantes, análises e sínteses mais complexas a respeito do mundo em que vive.

A educação escolar seria uma das atividades mais importantes para o desenvolvimento psíquico, pois é na escola que as crianças poderão internalizar os conceitos científicos e desenvolver-se mentalmente de tal forma que se torne capaz de controlar seu próprio comportamento e transformar a realidade à sua volta. Sobre isso, Vigotski afirma (2001, p. 295), “[...] os conceitos científicos são os portões através dos quais a tomada de

consciência penetra no reino dos conceitos infantis”. Entretanto, segundo o mesmo autor, nem todo ensino promove o desenvolvimento.

Vigotski (2001) realizou um estudo experimental do desenvolvimento dos conceitos na infância, observando por via experimental o surgimento e desenvolvimento dos conceitos e nesse estudo identificou o papel central da relação entre pensamento e linguagem na formação da consciência. Ao explicitar a relação entre o pensamento e a palavra, o autor refutou as teses de pesquisadores de seu tempo que viam a identificação e fusão do pensamento com a palavra ou a total separação entre pensamento e linguagem. O autor lança mão da lógica dialética para explicitar a relação entre pensamento e linguagem, usando como exemplo a molécula da água, que só pode ser percebida e compreendida em sua unidade e não se separarmos o hidrogênio e o oxigênio que a constituem.

Deve-se substituir o método de decomposição em elementos pelo método de análise que o desmembra em unidades. Deve-se encontrar essas propriedades que não se decompõem e nem se conservam, mas que são inerentes a uma dada totalidade enquanto unidade e descobrir aquelas unidades em que essas propriedades estão representadas num aspecto contrário para, através dessa análise, tentar resolver as questões que se lhe apresentam (VYGOTSKI, 2001, p. 8).

A unidade entre pensamento e palavra a que Vigotski (2001) se refere é significado interno da palavra. A palavra é uma generalização, um ato verbal do pensamento, que reflete a realidade para além das sensações e percepções imediatas, é o reflexo generalizado da realidade na consciência. O significado, segundo o autor (2001), pertence ao mesmo tempo à linguagem e ao pensamento, porque sem significado, a palavra é apenas uma forma verbal.

Para Vigotski (2001), a tomada de consciência é a compreensão do significado da palavra. A linguagem é o meio de comunicação social das ideias e vivências historicamente construídas, permite a generalização e a comunicação do pensamento. Em síntese, as funções psíquicas superiores humanas se originam e se desenvolvem por meio da linguagem aprendida e compartilhada socialmente.

A criança, em suas relações sociais (interpsíquicas) internaliza, por meio da linguagem, os modos de interação social e os reproduz em si mesma (intrapsíquico). Toda função psíquica superior foi externa, social antes de ser interna, são relações sociais interiorizadas, conforme Vigotski:

[...] toda função no desenvolvimento cultural da criança aparece duas vezes, em dois planos: primeiro no plano social e depois no psicológico, a princípio

entre os homens como categoria intersíquica e logo no interior da criança como categoria intrapsíquica. (VYGOTSKI, 1995, p. 150).

A lei genética geral do desenvolvimento afirmada acima deixa clara a importância da educação escolar para o processo de desenvolvimento psíquico do homem. Outro conceito de fundamental importância, desenvolvido também por Vigotski (1988), é o de zona de desenvolvimento próximo. Para o autor, a aprendizagem escolar “[...] dá algo de completamente novo ao curso do desenvolvimento da criança [...] pela sua importância, este processo de aprendizagem, que se produz antes que a criança entre na escola, difere de modo essencial do domínio de noções que se adquirem durante o ensino escolar” (p. 110).

O professor, nesse sentido, precisa atuar naquilo que o autor denomina de zona de desenvolvimento próximo. Em sua teoria sobre o desenvolvimento, Vigotski estabelece a existência de dois níveis de desenvolvimento, o real e o potencial. O primeiro refere-se às atividades que a criança pode realizar com independência, e o segundo diz respeito a tudo o que a criança pode fazer com a ajuda de outras pessoas. A zona de desenvolvimento próximo seria o processo que vai do social para o individual, do intersíquico para o intrapsíquico, é a distância entre o desenvolvimento real e o potencial.

[...] a característica essencial da aprendizagem é que engendra a área de desenvolvimento potencial, ou seja, faz nascer, estimula e ativa na criança um grupo de processos internos de desenvolvimento no âmbito das inter-relações com outros que, na continuação, são absorvidos pelo curso interior de desenvolvimento e se convertem em aquisições internas da criança. Considerando dentro deste ponto de vista, a aprendizagem não é, em si mesma, desenvolvimento, mas uma correta organização da aprendizagem da criança, conduz ao desenvolvimento mental, ativa todo um grupo de processos de desenvolvimento, e esta ativação não poderia produzir-se sem a aprendizagem (VYGOTSKY, 1988, p. 115).

Vigotski (2001) inicia seu estudo experimental do desenvolvimento dos conceitos afirmando que não havia uma metodologia experimental que pudesse explicar claramente como surgem e como se desenvolvem os conceitos infantis. Na época, havia dois grupos de métodos de pesquisa dos conceitos, os que se valiam dos métodos de definição e os que utilizavam métodos de abstração. De acordo com o autor (2001), nenhum método ajudava a compreender corretamente a origem e o desenvolvimento dos conceitos, porque todos ignoravam a “pedra fundamental”: a relação entre pensamento e linguagem que se encontra no significado das palavras.

O autor propõe um novo método de estudo da formação dos conceitos buscando analisar a origem e o processo, e não o produto mental, chegando a conclusão que o

desenvolvimento não podia ser definido só pelo que a criança já sabe, pois se fosse assim, as interações sociais e a própria educação em nada ajudaria no processo de desenvolvimento. Os experimentos permitiram que o autor chegasse, entre outros conceitos importantes como já vimos, ao conceito de zona de desenvolvimento próximo, que define-se por aquilo que a criança ainda não é capaz de fazer sozinha, mas consegue fazer com a ajuda dos outros pela mediação da linguagem.

Logo, a aprendizagem deve orientar-se nos ciclos já percorridos de desenvolvimento, no limiar inferior da aprendizagem; entretanto, ela não se apoia tanto na maturação quanto nas funções amadurecidas. Ela sempre começa daquilo que ainda não está maduro na criança. As possibilidades da aprendizagem são determinadas da maneira mais imediata pela zona do seu desenvolvimento imediato (VYGOTSKI, 2001, p. 332).

A educação escolar atua diretamente na zona de desenvolvimento próximo, ao propor para a criança novas vivências e aprendizagens, realizadas em conjunto com os professores e outras crianças mais experientes, faz com que a criança possa avançar individualmente (ROSA; SYLVIO, 2016).

Vigotski (2001) afirma que a formação dos conceitos é um meio específico e original de desenvolvimento do pensamento e que a palavra ou o emprego funcional do signo são resultados de uma operação complexa que envolve todas as funções intelectuais básicas. A criança inicia o processo de formação de conceitos desde a mais tenra idade, mas os conceitos que se formam antes do ingresso da criança na escola são conceitos espontâneos, baseados nas sensações e percepções, na repetição e no costume. A formação dos conceitos científicos inicia-se a partir de um momento revolucionário na vida da criança, que é seu ingresso na escola, onde a atividade de estudo passará a ser a atividade principal em seu processo geral de desenvolvimento.

O processo de desenvolvimento dos conceitos, segundo Vigotski (2001), passa por certos estágios. Inicia-se com a formação da imagem do mundo desorganizado, uma representação sincrética da realidade, a palavra ainda não possui significado para a criança, ela designa objetos. Neste estágio, inicia-se o processo da formação da imagem mental na relação da criança com o objeto mediado pelo signo e a internalização do signo disponibilizado pelo adulto começa a ocorrer (MARTINS, 2012).

Ainda segundo Martins (2012) a formação de conceitos para Vigotski faz o percurso da síncrese para a síntese, no início a organização mental é sincrética, o mundo é caótico e desordenado, o pensamento é constituído pelas sensações, pela manipulação imediata dos

objetos. O estágio do pensamento sincrético se divide em três fases, o primeiro é caracterizado por ensaios e erros, o segundo caracterizado pela seriação e a terceira é a fase em que a imagem sincrética forma-se uma base mais complexa e se apoia na atribuição de um único significado (VYGOTSKI, 2001).

O segundo grande estágio no desenvolvimento dos conceitos abrange uma variedade em termos funcionais, estruturais e genéticos do mesmo modo de pensamento. Este, como todos os demais, conduz à formação de vínculos, ao estabelecimento de relações entre diferentes impressões concretas, à unificação e à generalização de objetos particulares, ao ordenamento e à sistematização de toda a experiência da criança (VYGOTSKI, 2001, p. 178).

Este segundo grande estágio é o do pensamento por complexos, caracterizado pela relação de cada objeto particular integrante do grupo com o todo, unificando os objetos homogêneos em um grupo comum. O pensamento se torna mais coerente e objetivo, ou seja, quando o pensamento por complexos começa a ser formado por meio da internalização dos signos da linguagem, a criança vai progressivamente superando o sincretismo, agrupando as coisas no mundo, fazendo com que a formação da imagem psíquica conquiste coerência interna, possibilitando à criança fazer conexões e relações.

De acordo com as pesquisas de Vigotski (2001), o pensamento por complexos se desenvolve em cinco fases básicas. A primeira é o complexo associativo, caracterizado pela semelhança, mostra as ideias de como a criança lida com o mundo, ela sai das ações da manipulação desdobrando o pensamento do sincretismo para outros tipos de relações ou ao complexo ao qual está vinculado, nomeando o objeto pelo nome da família.

A complexa coleção se caracteriza pela heterogeneidade da composição e a inter-complementaridade no estilo de uma coleção, a criança já conquistou a manipulação do objeto, já estabeleceu relações e vínculos na experiência prática dessas relações com os objetos, operando por coleções, com um conjunto.

O complexo por cadeia organiza a consciência num grau de maior complexidade que os complexos anteriores, a imagem subjetiva ordenando fenômenos e organiza o mundo dentro dela, dominando os conceitos.

Em condições experimentais, esse tipo de complexo costuma estar representado da seguinte maneira: a criança escolhe para uma determinada amostra um ou vários objetos associados em algum sentido; depois continua a reunir os objetos concretos em um complexo único, já orientada por algum

traço secundário do objeto anteriormente escolhido, traço esse que está totalmente fora da amostra (VYGOTSKI, 2001, p. 185).

No complexo difuso a criança começa a explicar o mundo, mas este ainda não foi projetado na sua consciência, este caminho é longo, estabelece relações e tenta explicá-las. Uma característica deste tipo de complexo é a ausência de limites na combinação de traço ao combinar vínculos difusos e indefinidos dos objetos ou grupos.

Por exemplo, a criança escolhe para determinada amostra um triângulo amarelo, não só triângulos, mas também trapézios, uma vez que eles lhe lembram triângulos com o vértice cortado. Depois, aos trapézios juntam-se os quadrados, aos quadrados os hexágonos, aos hexágonos os semicírculos e posteriormente os círculos. Como neste caso se dilui e se torna indefinida a forma tomada como traço básico, às vezes também se diluem as cores quando o conjunto tem por base um traço de cor difuso. Depois dos objetos amarelos, a criança escolhe objetos verdes, depois dos verdes, azuis, depois dos azuis, pretos (VYGOTSKI, 2001, p.188).

O último tipo de pensamento por complexos é o pseudoconceito, este tipo de pensamento é considerado como signo ainda sem significado, a criança usa adequadamente as palavras e comunica-se bem com os adultos. Muitas vezes o pseudoconceito se confunde com o conceito, porque se assemelha, na sua forma, ao conceito empregado pelos adultos. No entanto, se analisarmos internamente o significado da palavra empregada pela criança, veremos que se trata de um complexo, embora externamente seja um conceito. Conforme avança nas relações sociais e internaliza cada vez mais o mundo à sua volta, os pseudoconceitos poderão se desenvolver em generalizações e a criança poderá superar o pensamento com base nos complexos. Para Vyigotski (2001), o “verdadeiro” conceito não são as palavras, mas a tomada de consciência do significado destas. Além disso, para a teoria histórico-cultural, há uma enorme diferença entre a origem e desenvolvimento dos conceitos espontâneos e dos conceitos científicos.

Apoiando-se na concepção histórico-cultural do desenvolvimento dos conceitos, Davidov (1982, 1988) afirma que os conceitos espontâneos se desenvolvem independentemente da atividade de estudo e formam um tipo geral de pensamento que o autor denomina de pensamento empírico, que em sua estrutura muito se assemelha ao pensamento por complexos. Ou seja, embora mentalmente opere-se com conceitos, por serem espontâneos, esses conceitos se organizam sob a forma de complexos – essa seria a “estrutura intelectual” do pensamento empírico.

[...] os próprios conceitos do adolescente e do adulto, uma vez que sua aplicação se restringe ao campo da experiência puramente cotidiana, frequentemente não se colocam acima do nível dos pseudoconceitos e, mesmo tendo todos os atributos de conceitos do ponto de vista da lógica dialética e não passam de noções gerais, isto é complexo (VYGOTSKI, 2001, p. 229).

Em suas pesquisas sobre o modo de organização do ensino na Rússia, realizadas nas décadas de 1950 e 1960, Davidov (1982) concluiu que o ensino escolar trabalhava com os conceitos científicos como se fossem conceitos espontâneos e na maioria das vezes os estudantes operavam mentalmente com pseudoconceitos, muito embora sua forma externa fosse a de um conceito científico. Ou seja, os estudantes designavam os conceitos científicos, classificavam-nos, davam definições, recitavam características de memória, reproduziam termos, mas não compreendiam o significado dos conceitos científicos.

Para o autor, a escola se limitava a transmitir a aparência dos conceitos científicos, não a sua essência, o seu significado, contribuindo para desenvolver aquele pensamento empírico já formado mesmo antes do ingresso na escola. No entanto, a grande maioria dos conceitos científicos não é acessível pela observação direta dos fenômenos ou objetos, pois pela forma como foram sistematizados não pode ser compreendido pelo contato empírico dos estudantes. Os conceitos científicos, mesmo nos anos iniciais da escolarização, já são abstrações complexas, generalizações de ideias e não de objetos.

De acordo com Sforni (2004), o conceito científico não é um objeto ou uma palavra em si, seu significado é constituído de abstrações e generalizações que ultrapassam as percepções imediatas, são mais complexas do que as abstrações e generalizações provocadas pelos conceitos espontâneos, exigindo do pensamento um movimento de novo tipo, a síntese.

Outro conceito fundamental para a teoria do ensino desenvolvimental é o conceito de atividade, desenvolvido principalmente por Leontiev e Elkonin a partir dos pressupostos vigotskianos da teoria histórico-cultural. Leontiev realizou diversas pesquisas em que buscava compreender a interdependência entre a atividade objetiva e o desenvolvimento psíquico.

Para a teoria histórico-cultural, a atividade humana é um processo em que a realidade é transformada conscientemente pela ação humana, sendo o trabalho a atividade genérica, da qual derivam todos os demais tipos de atividade. Toda atividade é mental e material ao mesmo tempo, toda atividade pressupõe o uso de objetos e instrumentos e a ação mental dirigida a um fim. O processo de desenvolvimento humano se dá por períodos em que determinada atividade se destaca como a atividade principal realizada pelas pessoas.

Nessa perspectiva, o traço fundamental do psiquismo humano é que este se desenvolve por meio da atividade social, a qual, por sua vez, tem como traço principal a mediação por meio de instrumentos que se interpõem entre o sujeito e o objeto de sua atividade. As funções psicológicas superiores (tipicamente humanas, tais como a atenção voluntária, memória, abstração, comportamento intencional etc.) são produtos da atividade cerebral, têm uma base biológica, mas, fundamentalmente, são resultados da interação do indivíduo com o mundo, interação mediada pelos objetos construídos pelos seres humanos [...] Segundo Elkonin (1987), os principais estágios de desenvolvimento pelos quais os sujeitos passam são: comunicação emocional do bebê; atividade objetual manipulatória; jogo de papéis; atividade de estudo; comunicação íntima pessoal; e atividade profissional/estudo (FACCI, 2004, p. 65-66-67).

Segundo Longarezi e Franco (2015), para Leontiev o processo de humanização acontece pela internalização da cultura, num duplo movimento dialético de apropriação e objetivação da cultura por meio de uma atividade orientada a um fim. É na atividade que se constitui a consciência individual, é na atividade que se internaliza a consciência social – a atividade social externa se converte em atividade intelectual interna, gerando os motivos para se realizar determinada atividade.

O motivo se constrói, portanto, como unidade instituída por dado estado carencial, por dada necessidade, e o objeto apto a atendê-la, de modo que a atividade orientada por motivos dirige o ser no mundo conferindo objetividade ao que mobiliza suas ações. Leontiev deixa clara, assim a importante distinção entre necessidades e motivos, afirmando que as primeiras potencializam as ações à medida da tensão que geram, mas apenas os segundos apontam os meios objetivos pelos quais os carecimentos possam ser atendidos e o estado tensional possa ser superado. O motivo entendido como aquilo que move o sujeito a agir, não identifica, portanto à necessidade em si mesma, embora a ela esteja relacionado. Em realidade o motivo, ou motor da atividade, é uma relação entre a necessidade e o objeto que, mediante a ação humana, poderá levar à satisfação dessa realidade (DUARTE; MARTINS, 2013, p. 57).

A atividade é a gênese da atividade psíquica que vai se tornando cada vez mais complexa na medida em que nos apropriamos subjetivamente das objetivações humanas, novos e superiores motivos vão surgindo.

A atividade se origina de uma necessidade, é dirigida a um determinado objeto (que consiste no seu conteúdo); depende dos motivos – o que move o sujeito-; e é constituída por ações – que, por sua vez, dependem dos objetivos e são dirigidas por operações – que são os meios ou procedimentos para realizar a ação (LONGAREZI; FRANCO, 2015, p. 104).

Ainda segundo Longarezi e Franco (2015), motivo e objeto precisam coincidir, a partir de determinada necessidade, a atividade não é estática, é constituída por ações, depende dos motivos sendo direcionada a um determinado objeto. Como nosso objeto de estudo é a educação, precisamos então, pensar na possibilidade das contribuições dos estudos de Leontiev para o ensino.

Ao considerarmos a educação escolar como uma situação social em que é possível atuar qualitativamente na zona de desenvolvimento próximo, por meio de um ensino que promova a internalização dos conceitos científicos, o ensino, que é a atividade estruturada pelo professor, deve ser organizado de forma a fazer coincidir o motivo da atividade de estudo do aluno com os objetos do conhecimento, ou seja, os conteúdos de ensino precisam se converter em motivos para aprender. O ensino desenvolvimental proposto por Davidov busca orientar os professores a organizarem o ensino com base na estrutura psicológica da atividade de estudo, como veremos no próximo item deste capítulo.

Não poderíamos finalizar a discussão sobre as bases psicológicas da teoria do ensino desenvolvimental sem fazer algumas considerações sobre a aprendizagem escolar na adolescência, que é onde se encontram os estudantes do Ensino Médio. De acordo com Anjos e Duarte (2016), a adolescência é um período em que as intensas mudanças biológicas parecem dominar o processo geral de desenvolvimento, quase todas as manifestações comportamentais dos jovens são atribuídas, equivocadamente, às manifestações e fenômenos hormonais ou fenômenos decorrentes da puberdade, considerados como os agentes transformadores do comportamento e das emoções dos adolescentes.

Segundo Bock (2004), a teoria histórico-cultural nega que a compreensão da adolescência seja uma fase puramente natural/biológica do desenvolvimento. As transformações biológicas não podem ser negadas ou negligenciadas em nenhuma fase de desenvolvimento humano, porém não podemos compreender e muito menos ajudar no processo de desenvolvimento do adolescente se tomarmos esse processo como sendo apenas biológico. Para a teoria histórico-cultural, a adolescência é construída histórica e culturalmente.

A adolescência não é vista aqui como uma fase natural do desenvolvimento, como uma etapa natural entre a vida adulta e a infância. A adolescência é vista como uma construção social que tem repercussões na subjetividade e no desenvolvimento do homem moderno e não como um período natural do desenvolvimento. É um momento significado, interpretado e construído pelos homens (BOCK, 2004, p. 39).

Para a teoria histórico-cultural, a adolescência, como qualquer outra fase do desenvolvimento humano, se transforma e se altera em decorrência das transformações e alterações do modo de produção e do contexto cultural em que se dão as relações humanas.

De acordo com Clímaco (1991), a revolução industrial provocou uma mudança cultural significativa, que possibilitou a origem cultural da infância e da adolescência – as crianças e jovens foram retiradas do mundo da produção e levadas para a escola, ou seja, houve um “retardamento” do ingresso das crianças e jovens na vida adulta e isso repercutiu em várias esferas da vida social e familiar. O casamento, por exemplo, tão comum entre jovens de 14 ou 15 anos no século XVIII, em pouco tempo passou a ser “adiado”.

Leal (2010) afirma que na sociedade contemporânea, a adolescência é vista como um período entre a infância e a vida adulta, período em que deve se dar a escolha da profissão, pois a sociedade constantemente incita o jovem a planejar sua vida adulta.

Anjos e Duarte (2016) afirmam que, de acordo com Vigotski, para a compreensão do desenvolvimento psíquico do adolescente é interessante entender que a conversão da atração (base biológica instintiva) em interesses é a chave para a compreensão do desenvolvimento psíquico do adolescente. Na adolescência, como nos demais períodos de desenvolvimento humano, há os períodos de crise, devido às mudanças de interesses, que dão origem às novas maneiras de pensar, sendo que a atividade de estudo tem grande importância.

Assim, toda essa estruturação social e cultural da vida do adolescente leva o jovem à consolidação da tomada de consciência da própria atividade mental. Não se trata de um processo psíquico em que os conceitos já internalizados serão substituídos por outros, mas uma nova organização intelectual é estruturada de fora para dentro devido a fase do desenvolvimento cultural em que se encontra o jovem, o que para Vigotski (2001) potencializa a formação dos conceitos científicos.

Como nossa pesquisa tem como um de seus objetivos compreender como se forma o pensamento teórico no ensino de Química no Ensino Médio é interessante compreender que nesta fase do desenvolvimento em que se encontram os estudantes está dada a possibilidade de formação plena dos conceitos científicos.

2.2 Fundamentos pedagógicos da teoria do ensino desenvolvimental: atividade de estudo e a organização do ensino por meio das tarefas de estudo

Para a teoria histórico-cultural, a inserção da criança na escola inaugura um novo período no desenvolvimento infantil, em que a atividade de estudo é a atividade principal desse processo.

A atividade de estudo não se forma de maneira natural. É preciso preparar a criança para a organização de sua atividade cognoscitiva, e esse é um dos papéis da escola nos seus anos iniciais, ou seja, formar uma postura de estudante. A formação da atividade de estudo é necessária para que a criança possa assimilar o conhecimento de maneira sistemática e voluntária. E, nesse processo, um dos elementos centrais é a formação de motivos para o estudo (ASBARH, 2016, p. 174).

Segundo Asbarh (2016), a atividade de estudo pode desenvolver, por exemplo, a curiosidade infantil em motivos de aprendizagem, trazendo mudanças qualitativas importantes em seu desenvolvimento intelectual e afetivo. A criança começa a internalizar, junto com os conceitos científicos, novas formas sociais de comportamento por meio das tarefas, ações e operações que realiza na escola, muito diferentes das que realizava antes de seu ingresso nessa nova fase de sua vida.

Ainda para a mesma autora (2016), é preciso atentar para a correta organização do ensino escolar, que não pode seguir a lógica da formação dos conceitos espontâneos fora da escola. A autora concorda com Davidov (1982), a organização empírica dos conteúdos escolares acaba por levar a criança ao desinteresse pelos estudos.

Uma das falhas refere-se à própria organização dos conteúdos baseada na compreensão empírica dos fenômenos, o que não satisfaz as necessidades cognitivas das crianças. Na organização do ensino, o que vemos é a primazia de ações de memorização mecânica dos conteúdos e pouco desenvolvimento do pensamento teórico (ASBAHR, 2016, p.176).

Outro problema da organização do ensino é a individualização da aprendizagem. Para a teoria histórico-cultural, o desenvolvimento se dá quando a criança realiza, com a ajuda de outras pessoas, aquilo que ainda não é capaz de fazer sozinha. Dessa forma, as tarefas escolares não devem ser realizadas pelas crianças individualmente, mas sempre coletivamente, de forma a favorecer a cooperação e a colaboração e não a competição e o individualismo.

Na União Soviética, nas décadas de 1950 e 1960, várias pesquisas experimentais foram realizadas por psicólogos e pedagogos com o objetivo de melhorar a qualidade da educação, motivadas principalmente pela Guerra Fria e pela competição científica e tecnológica com os Estados Unidos. Um dos pesquisadores que se destacou nesta época foi Vassili Vassilievitch Davidov, psicólogo e filósofo que dedicou sua vida ao estudo da educação escolar.

Davidov nasceu em Moscou em 1930, cursou Filosofia e Psicologia, tendo concluído seus estudos em 1953. Iniciou a carreira no Instituto de Psicologia Geral e Pedagógica da Universidade de Moscou, onde trabalhou como pesquisador colaborador com Luria e Leontiev e estabeleceu uma relação de parceria com Elkonin, de quem era muito próximo e com quem trabalhou até a morte deste. De acordo com Libâneo e Freitas (2015), a proposta de ensino de Davidov traz três premissas primordiais para a compreensão da teoria do ensino desenvolvimental:

A primeira consiste em que as funções psíquicas superiores estão enraizadas nas formas histórico-sociais da existência humana, ou seja, nos instrumentos culturais já desenvolvidos pela humanidade, acumulados social e historicamente. A segunda é de que a constituição do indivíduo como ser humano requer que ele se aproprie desses instrumentos culturais, internalizando-os, ou seja, fazendo com que se tornem meios de sua própria atividade. A terceira é de que essa apropriação implica uma complexa atividade da consciência humana que é a generalização e a formação de conceitos, de modo a ultrapassar os limites da experiência sensorial imediata (LIBÂNEO; FREITAS, 2015, p. 357).

A teoria de ensino proposta por Davidov influenciou muito o ensino escolar soviético ao trazer a discussão sobre os problemas da teoria da aprendizagem, chamando a atenção de todos para pensar de maneira dialética o contexto e o papel da educação e do ensino no desenvolvimento.

Um grande número de psicólogos e pedagogos russos propuseram diferentes formas de organização do ensino escolar para o desenvolvimento, baseando-se na teoria histórico-cultural. No entanto, de acordo com Libâneo e Freitas (2015), dentre os que mais se destacaram e efetivamente influenciaram o sistema nacional de educação da época estão Davidov e Elkonin. Muitos estudiosos da pedagogia soviética denominam a proposta de ensino que aqui analisamos de Sistema Elkonin-Davidov.

Juntos, Davidov e Elkonin seguiram as hipóteses fundamentais de Vigotski sobre a formação dos conceitos científicos e as de Leontiev sobre a atividade humana, tentando

compreender a relação entre ensino escolar e desenvolvimento mental. Suas pesquisas deram origem ao que hoje é denominado de Sistema Elkonin-Davidov, que influenciou fortemente, da década de 1970 até o final da década de 1990, programas escolares, livros didáticos e a formação de professores.

Na obra *Problemas do ensino desenvolvimental: investigação psicológica teórica e experimental* (1988), Davidov sistematiza os conceitos fundamentais de sua teoria do ensino desenvolvimental fundamentado na lógica dialética. Para o autor, o ensino escolar estava orientado a formar nos estudantes um tipo de pensamento baseado nas impressões sensoriais, que levava à classificação, abstração e generalizações do pensamento por ele denominadas como empíricas.

Para o autor, a sistematização do conhecimento escolar e as metodologias de ensino empregadas pelos professores seguiam uma lógica formal, enquanto que as concepções a respeito de como se dava, nos estudantes, a formação de conceitos, seguia uma orientação mais fundamentada nas perspectivas ativas de Dewey e Piaget. Essa generalização sobre o ensino, de acordo com Davidov (1982), gerava um tipo de ensino escolar que no máximo ajudava os estudantes a formar abstrações e generalizações de caráter lógico-formal e estes, por sua vez, formavam apenas o pensamento empírico, um tipo de pensamento importante e necessário para a vida, mas que não necessariamente precisava do árduo trabalho escolar para se formar. Em síntese, trabalhava-se pedagogicamente na escola com os conceitos científicos como se estes pudessem se formar da mesma maneira que se formam os conceitos espontâneos.

O modelo de escola tradicional ao longo da história da educação traz em seus programas, materiais, livros, planos de ensino voltados para a observação, assimilação dos conhecimentos estabelecidos pela lógica-formal, mostrando que o aluno apresenta um pensamento que parte de manifestações particulares por comparação dos fenômenos. O que nos leva a concluir que o aluno inicia do conhecimento particular para o geral, esse tipo de conhecimento formado no estudante chamamos de conceitos empíricos, estruturado pelo pensamento empírico (considerado também necessário ao homem), porém esse tipo de conhecimento não necessita da mediação da escola para ser formado, os eventos da vida cotidiana já os formam (DAVIDOV, 1988).

Para Davidov (1982, 1988), este tipo de pensamento guiado pela lógica formal precisava ser substituído pela lógica dialética, ou seja, pela relação da humanidade num movimento de fora para dentro, através da internalização dessas atividades que aparecem cheias de contradições. Neste sentido, a proposta do ensino desenvolvimental que constitui o

Sistema Elkonin-Davidov, parece ter importantes contribuições pedagógico-didáticas. Essas contribuições poderão permitir ao professor superar este tipo de ensino, que no nosso entendimento também caracteriza o ensino que é realizado em nas escolas.

A tese fundamental desta teoria parte da compreensão de que os conceitos científicos podem ser assimilados pelos estudantes, por meio de uma atividade de estudo. Atividade que exija constante análise mental, movendo o pensamento do geral para o particular, e isso pode ocorrer por meio da realização coletiva de uma tarefa proposta pelo professor.

Segundo Davidov (1988), a atividade de estudo no sentido filosófico, significa a transformação da realidade atual pelas pessoas. Já a atividade de estudo que é realizada na escola e pelo aluno, nosso objeto de interesse, possui componentes do conceito geral de atividade de Leontiev, mas tem como conteúdo um objeto específico - o conceito científico - que a torna diferente de outras atividades, além de possuir caráter criativo e transformador. Ainda segundo o autor, poucas atividades, tarefas ou práticas, realizadas em sala de aula pelos alunos poderiam ser consideradas como uma autêntica atividade de estudo, reportando-se a Leontiev e seu conceito de atividade consciente, que seria o que realmente promoveria o desenvolvimento (LONGAREZI; FRANCO, 2015).

Na teoria histórico-cultural da periodização do desenvolvimento humano, a atividade principal é aquela atividade que guia o processo de desenvolvimento, por meio dela acontece o processo de apropriação e objetivação do mundo cultural. Através da atividade o homem não se apropria somente dos instrumentos materiais, mas com o apoio da linguagem, se apropria também das significações sociais, vinculando a elas seus motivos e necessidades.

Para a atividade se constituir ela necessita de uma força interna, originária de uma necessidade, se caracterizando, segundo Leontiev, pela união de três componentes estruturais: necessidade, objeto e motivo. A atividade principal é histórica e dinâmica, ou seja, em cada período da existência do homem há uma atividade dominante que potencializa o desenvolvimento: na criança pequena, a brincadeira é esta atividade guia, a partir do ingresso da criança no ensino fundamental e até a adolescência, a atividade guia é o estudo, já para o adulto, a atividade guia é o trabalho.

Ainda segundo Longarezi e Franco (2015), para a educação é necessário que o motivo da atividade de estudo (que é do aluno) coincida com o objeto da ação do professor (o conceito apresentado por meio do ensino). Por isso, o professor deverá identificar as necessidades iniciais em suas atividades para os alunos, com a intenção de construir a necessidade coletiva de aprender, de compreender os conceitos apresentados pelo professor.

Os motivos dos estudantes têm que coincidir com a finalidade da atividade, que é a internalização de conceitos científicos.

É importante salientar que o conteúdo primordial da atividade de estudo são os conhecimentos científicos, que estão organizados em diferentes áreas e são estruturados por conceitos. Para a assimilação dos conceitos científicos e formação do pensamento teórico, é necessário que os estudantes reproduzam a lógica e a história desses conceitos, ou seja, os alunos não criam os conceitos teóricos, mas os assimilam através da atividade de estudo. Ressaltamos que a assimilação, na perspectiva teórica com a qual trabalhamos nesta pesquisa, significa a reprodução pelo sujeito dos conteúdos e procedimentos historicamente elaborados na produção do conhecimento científico.

Nesse processo de assimilação do conhecimento teórico, é necessário diferenciar o método de investigação e de exposição desse conteúdo. A investigação realiza-se pelo exame da diversidade sensorial concreta dos tipos particulares de movimento do objeto e pela revelação de sua base interna universal. Já a exposição realiza-se pelo procedimento de ascensão do abstrato ao concreto tendo como mediações, abstrações e generalizações substanciais e os conceitos teóricos (ASBAHR, 2016, p. 179).

Essa apropriação dos conhecimentos teóricos por meio da assimilação dos conceitos não ocorrerá de modo passivo, pois o desenvolvimento mental pressupõe a atividade consciente sobre o objeto. Por isso, Davidov (1988) se preocupa, em sua proposta, com o caráter ativo do ensino, ou seja, a organização de tarefas que exijam do estudante a realização de ações de estudo voltadas para a compreensão e assimilação dos conceitos. A inserção das tarefas de estudo por parte do professor possibilita ao estudante reproduzir o caminho histórico da elaboração do conceito, possibilitando aos estudantes reconstruir o próprio pensamento.

Para propor aos estudantes tarefas de estudo que efetivamente levem-nos à formação do pensamento teórico através da assimilação consciente dos conceitos científicos, deve estar claro para o professor que os conceitos científicos são necessários ao desenvolvimento e, por isso, é a essência dos motivos que levarão o aluno a envolver-se na tarefa com seus colegas.

O motivo para fazer a tarefa proposta pelo professor aos poucos se converte no que Davidov (1988) denomina de "vontade de aprender" aquele determinado objeto apresentado pelo professor, só ocorrerá se os alunos forem colocados em atividade - a realização desta provocará o processo mental de assimilação consciente, que para o autor se constitui de várias ações mentais postas em movimento simultaneamente.

A atividade de estudo é uma totalidade constituída de diferentes tarefas e ações, pois são muitos os conteúdos escolares que queremos que os alunos aprendam. Ao realizarem juntos, uma determinada tarefa, desencadear-se-á um processo de comunicação compartilhada entre professor, alunos, objetos culturais e materiais didático-pedagógicos e certas ações mentais começarão a ser realizadas. Davidov (1988) assim nos ajuda a compreender a unidade dialética entre conteúdo e forma - a assimilação dos conceitos científicos, no qual são impulsionados pela realização da tarefa proposta pelo professor, fazendo exigências mentais, os estudantes começam a realizar e a desenvolver ações mentais - isso é o próprio processo de desenvolvimento do pensamento teórico (FREITAS; LIMONTA, 2012).

A premissa principal da atividade de estudo, segundo Davidov (1988), são as necessidades e motivos para aprender determinados conteúdos escolares. A criança ou estudante em sala de aula estará efetivamente em atividade de estudo quando sentir-se impelido, movido a compreender determinado conceito. Mas precisamos esclarecer que essa necessidade e esta motivação não se darão de forma mecânica, apenas internamente e menos ainda se a necessidade e a motivação forem para obter uma nota boa, agradar ao professor ou terminar logo a tarefa dada para fazer outras coisas - para citar algumas necessidades e motivos mais comuns nas escolas. Por isso, a intenção é de que na escola, a criança precisa demonstrar a necessidade e passar a sentir-se motivada para obter o conhecimento quando colocada em atividade com este conhecimento.

Frequentemente, vê-se nas escolas muitas atividades e tarefas se apresentando quase prontas, restando muito pouco para o estudante completar, ou que de forma espontânea valorizam o que os estudantes já sabem. Estamos diante de duas formas pedagógicas já consolidadas, como vimos anteriormente, de organizar as tarefas a serem feitas pelos alunos: uma bastante tradicional e há outra muito ativista. Entendemos que ambas exigem pouco esforço mental dos alunos para que aprendam, e ainda apresentam pouco envolvimento com os conceitos científicos.

Para Davidov (1988), a atividade de estudo que realmente impulsiona o desenvolvimento é aquela que leva os estudantes à transformação do objeto do conhecimento, em suas particularidades e manifestações, em ações mentais. Enfatizamos novamente a unidade conteúdo e forma - o conceito (conteúdo) se transforma em pensamento teórico (forma).

Segundo Davidov (1988), o conteúdo do pensamento teórico é a existência mediatizada, refletida, essencial, que reproduz as formas universais das coisas. O sujeito opera com conceitos, não apenas com representações da

realidade. Para o autor, expressar o objeto por meio do conceito significa compreender sua essência (ASBAHR, 2016, p. 185).

Há também, na teoria do ensino desenvolvimental, um caráter criativo na aprendizagem, pois quando os alunos "transformam" os conceitos em ações mentais, eles não estarão apenas "ouvindo" ou "lendo" as definições, explicações, fórmulas e dados - estarão assimilando ativamente o conceito, pois a tarefa a ser realizada estará exigindo do estudante a reflexão, a busca de informações, o posicionamento, a expressão sobre o conceito (LIBÂNEO; FREITAS, 2015).

Destaca-se também a unidade do lógico e do histórico dos conceitos científicos, enfatizada pela teoria do ensino desenvolvimental. Os alunos precisam compreender claramente o caminho percorrido pelos cientistas para chegarem às conclusões científicas, por isso o professor não poderá apresentar apenas a definição ou o conceito já pronto. O ensino dos conceitos científicos também deve ajudar o aluno a compreender e reproduzir o processo histórico do desenvolvimento da ciência estudada, obviamente de forma abreviada.

Para explicitar como os professores podem organizar as tarefas de estudo, Davidov (1988) apresenta a metodologia desenvolvida por ele, Elkonin e seus colaboradores durante as pesquisas sobre a formação de conceitos científicos nas escolas, este experimento também é denominado de experimento didático ou experimento genético-modelador. A metodologia de pesquisa desenvolvida por Elkonin e Davidov mais tarde se transformou na própria proposta didática da organização do ensino escolar por meio das tarefas de estudo.

O experimento formativo é um método de investigação utilizado por psicólogos russos vinculados à teoria histórico-cultural, que consiste em estudar as mudanças no desenvolvimento do psiquismo por meio da ativa influência do pesquisador na experimentação, ou em outras palavras, pela formação dirigida dos processos psicológicos que serão investigados (LIBÂNEO, 2013, p. 2).

No experimento didático-formativo, é provocada uma forte interação entre professores e alunos, incentivados constantemente a participarem ativamente das aulas e expressarem seus pensamentos. Os alunos são colocados em atividade com o objeto de conhecimento escolhido para a aula e essas interações e ações, segundo Davidov (1988), contribuem para a transformação do modo de agir e pensar dos alunos. As interações não são espontâneas, mas organizadas sob a forma de uma tarefa a ser realizada, mas que foi previamente planejada pelo professor, que vai exigir com que os alunos realizem diversas ações.

O autor sugere as principais ações que deverão constituir a tarefa: a primeira ação de estudo é a transformação dos dados da tarefa e identificação da relação universal do objeto estudado, os estudantes devem desvendar no objeto sua relação universal que demonstra o conceito teórico, servindo como base e fonte para suas formas singulares. A análise mental é iniciada na transformação dos dados do objeto analisado para a formação do conceito, não devendo ficar somente em sua forma sensorial e deverá ser orientada conforme uma finalidade dos dados da tarefa. A caracterização da ascensão do pensamento abstrato ao concreto, através da atividade de estudo, propiciará a identificação dessa relação universal geral do material, por parte dos estudantes com a mediação dos professores.

A segunda ação de estudo é a criação da modelação da relação universal descoberta: é necessária a criação de um modelo de forma que represente, seja através de um gráfico, imagem, objeto, símbolo, a relação universal do objeto. O conteúdo com suas características internas são representados, mostrando a relação universal do objeto como um elo na assimilação dos conhecimentos teóricos e entre os procedimentos da generalização da ação mental.

A terceira ação de estudo é a transformação com reconstrução do modelo criado pelos alunos, permitindo aos estudantes estudarem a relação universal do objeto na forma concreta: a intenção de transformar o modelo criado para estudar a propriedade da relação universal do objeto é imprescindível para que o mesmo propicie descobertas das propriedades da abstração substantiva dessa relação universal, que ajudará a solucionar as tarefas de aprendizagem independentemente do tipo particular do objeto.

A quarta ação de estudo é a resolução de tarefas, no qual o professor como mediador propõe aos estudantes: a resolução da tarefa de estudo deverá envolver a criação de modelos representativos de maneira objetiva, seja simbólica ou gráfica, fixando a relação essencial do objeto em relação às transformações experimentais objetivas e mental realizadas pelos estudantes. A partir do modelo criado, um conceito geral, “nuclear” do objeto também é formado, o que orientará os estudantes na solução da tarefa que envolva o objeto em diferentes situações particulares.

A quinta ação de estudo envolve o controle ou monitoramento por parte do professor e dos estudantes, visando verificar se houve a aprendizagem do conhecimento científico através das ações de estudo realizadas pelos alunos na solução da tarefa. O papel do professor deve ser de mediador na execução destas ações de estudo, visando analisar se a execução das ações por parte dos alunos está correta, avaliando o grau de assimilação na solução da tarefa de estudo.

A sexta ação de estudo é a avaliação do processo como um todo, de forma paralela com a quinta ação, com apresentação dos resultados da solução das tarefas de estudo de maneira que não só o professor seja o avaliador, mas o próprio estudante, sendo capaz de avaliar sua aprendizagem.

Obviamente não se trata de um passo-a-passo a ser seguido pelo professor, as seis ações de estudo propostas por Davidov (1988) e que devem aparecer de alguma maneira na tarefa, são aquelas que, em suas pesquisas, o autor percebeu como as que mais desenvolveram novas formas de pensamento nos estudantes e desencadearam motivos relacionados aos conceitos e não à tarefa em si.

Desta forma, a teoria do ensino desenvolvimental de Davidov ou o Sistema Elkonin-Davidov, não se resume à proposta didática (organização do ensino por meio da tarefa e das ações de estudo), trata-se de uma teoria psicopedagógica de grande valor. Nela estão os fundamentos epistemológicos, psicológicos, pedagógicos e didáticos daquilo que Vigotski (2001) chamava de "bom ensino que se adianta ao desenvolvimento".

CAPÍTULO III

CONTRIBUIÇÕES DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA

As análises que realizamos nos capítulos I e II sobre a produção do conhecimento, o ensino de Química, as metodologias de ensino e sobre os fundamentos da teoria do ensino desenvolvimental, nos levam a considerar que, no ensino de Química tem sido privilegiada formas de ensinar que, na maioria das vezes, acabam levando à formação de conceitos empíricos. Esses conhecimentos aparecem relacionados, muitas vezes, à identificação e classificação de atributos externos e memorização de definições e fórmulas, o que para Davidov (1988) não é muito diferente do movimento do pensamento no processo de internalização de conceitos espontâneos, para o autor isso faz com que pseudoconceitos científicos sejam entendidos pelos professores como verdadeiros conceitos científicos.

Para nós é possível compreender os limites e superar paulatinamente esse problema na medida em que o professor tem clareza das relações concretas e indissociáveis que existem entre o processo de ensino e aprendizagem, tal como são explicitadas pela teoria histórico-cultural e pela teoria do ensino desenvolvimental. Neste capítulo, apresentamos e analisamos as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental às quais chegamos, no processo de realização de uma intervenção pedagógica fundamentada nos pressupostos pedagógico-didáticos de Davidov (1982, 1988), o que se caracteriza, enquanto metodologia de pesquisa, num experimento didático-formativo.

Sforni (2004) afirma que a formação do pensamento teórico passa pela percepção dos nexos internos dos objetos do conhecimento, por meio de um movimento dialético do pensamento que passa pela abstração, análise e generalização. Ou seja, a relação do homem com o conhecimento e a apropriação do conhecimento pelo homem não pode ser dada (e nem explicada) em manifestações imediatas, sensíveis, aparentes, como a percepção e classificação dos objetos e/ou de seus atributos e qualidades, pois compreender um conceito não se limita à descrição de seus traços marcantes e/ou de suas funções.

Nossa pesquisa objetiva não apenas apresentar a teoria do ensino desenvolvimental enquanto uma epistemologia psicológica e pedagógica que pode orientar o trabalho do professor, mas experimentá-la no sentido da práxis, pois defendemos um ensino de Química que efetivamente se adiante ao desenvolvimento, permitindo que os estudantes possam

superar o pensamento empírico e formar o pensamento teórico pela internalização dos conceitos científicos.

A metodologia de investigação das contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química consiste no planejamento e na realização de um experimento didático-formativo (apêndice A), metodologia desenvolvida por Davidov (1988) em suas pesquisas e originada por sua vez das elaborações metodológicas de Vigotski (2001), que culminaram no método genético formativo ou genético experimental. O objetivo é captar as possíveis mudanças qualitativas no desenvolvimento do pensamento teórico dos alunos, por meio da proposição de uma tarefa de estudo que deverá por eles ser realizada a partir de determinadas atividades.

3.1 O experimento didático-formativo como metodologia de pesquisa do ensino dos conteúdos escolares

Planejar o ensino possibilita ao professor antecipar as ações que os estudantes irão realizar no decorrer do processo e para Davidov (1988), o professor não só pode como deve organizar e dar a direção à aprendizagem, o que, é fundamental para a internalização dos conceitos científicos de forma a desenvolver o pensamento teórico, segundo ele – o professor estrutura e antecipa em conteúdo e forma as funções psíquicas que os alunos irão desenvolver.

O experimento didático-formativo que realizamos em nossa pesquisa é compreendido como um plano de ensino dos conceitos de materiais e substâncias fundamentado na teoria do ensino desenvolvimental, tanto na compreensão psicológica de como se dá o desenvolvimento do pensamento na direção do pensamento teórico (abstração, análise e generalização – do abstrato para o concreto) quanto na proposição pedagógico-didática de Davidov (1988), para a organização do ensino com base na tarefa de estudo que se desdobra em seis ações de estudo. O experimento é denominado de didático-formativo porque possibilita ao investigador, durante o processo de ensino, captar as mudanças qualitativas no desenvolvimento do pensamento dos estudantes.

De acordo com Aquino (2015), não se trata da aplicação mecânica e direta da tarefa de estudo tal como foi desenvolvida por Elkonin, Davidov e seus colaboradores nas décadas de 1960 e 1970, na época, na União Soviética. Por meio do experimento didático-formativo é possível compreender melhor as contribuições da teoria desenvolvimental, mas ao mesmo tempo a realidade educacional brasileira nos impõe a necessidade de criação e adaptação do

experimento, mas sem perder de vista os princípios psicológicos e pedagógico-didáticos. O experimento didático-formativo tem se revelado uma importante metodologia de pesquisa no campo da investigação científica sobre a didática e o ensino escolar.

O método do experimento didático-formativo vai além do método de pesquisa, convertendo-se, também, em método de ensino e educação experimentais, orientado a potencializar a aprendizagem e o desenvolvimento intelectual, físico e emocional dos alunos. Considera-se que o método do experimento didático-formativo apresenta as seguintes vantagens sobre outros tipos de experimento: permite a intervenção direta do pesquisador nos processos psíquicos e pedagógicos que investiga; experimenta com disciplinas escolares que permitem definir os diferentes aspectos do ensino que tem influência no desenvolvimento dos alunos: o programa de estudo, o sistema conceitual da disciplina, a coerência entre objetivos – conteúdos – métodos - meios - condições do ensino; o experimento didático-formativo permite examinar as condições em que se geram a aprendizagem, as neoformações psicológicas e capacidades que estão sendo pesquisadas (AQUINO, 2014, p. 04647).

A base do experimento didático-formativo é a proposição de uma tarefa de estudo que deverá ser realizada pelos estudantes. Para fazer a tarefa proposta, os estudantes deverão realizar atividades que contemplem as seis ações de estudo que Davidov (1988) considera fundamentais para o desenvolvimento do pensamento teórico. As ações a serem realizadas pelos estudantes precisam estar objetivadas na tarefa, ou seja, constituem a tarefa. É no processo de execução das ações para alcançar a tarefa que se dará a transformação e o desenvolvimento mental, sendo possível que o pesquisador possa acompanhar esse desenvolvimento.

Repetidas vezes afirmamos acima que a tarefa de estudo é produzida pelos escolares mediante o cumprimento de determinadas ações, que passamos a enumerar: transformação dos dados da tarefa a fim de revelar a relação universal do objeto estudado; modelação da relação diferenciada em forma objetivada, gráfica ou por meio de letras; transformação do modelo da relação para estudar suas propriedades em “forma pura”; construção de um sistema de tarefas particulares que podem ser resolvidas por um procedimento geral; controle da realização das ações anteriores; avaliação da assimilação do procedimento geral como resultado da solução da tarefa de estudo dada (DAVIDOV, 1988, p. 99).

Para Libâneo (2016), a organização do ensino com base na proposição de Davidov (1988) – tarefa e ações de estudo – fomenta a atividade criativa do professor e cria nos estudantes a necessidade de dominar a herança cultural, bem como permite a eles a

transformação criativa do material de estudo a ser assimilado, o que seria, na teoria do ensino desenvolvimental, o processo vivo de formação do pensamento teórico.

Na realização do experimento didático-formativo, o mais importante não é a conclusão das ações e em consequência disto o cumprimento da tarefa proposta, mas o acompanhamento da transformação do modo de pensar e agir dos estudantes, provenientes da internalização dos conceitos científicos por meio da realização das ações e da tarefa de estudo. Davidov (1988) argumenta que é no processo de realização das ações de estudo que o pensamento do estudante vai progressivamente desenvolvendo-se do empírico para o teórico.

De acordo com Libâneo (2016), o planejamento do ensino com base na teoria do ensino desenvolvimental precisa da identificação, feita pelo professor, do núcleo conceitual do conteúdo a ser ensinado (no caso da nossa pesquisa esse núcleo conceitual é “materiais e substâncias”) e da reconstrução histórica do desenvolvimento da ciência, que deu origem ao próprio conceito, quando for necessário. Trata-se do que Davidov (1988) denomina de generalização básica, o núcleo conceitual sintetiza em si a própria ciência, por isso é por onde se começa o ensino.

O pensamento por meio de abstrações começa descobrindo as relações essenciais que caracterizam a essência, as propriedades, de uma matéria de estudo. A generalização do conteúdo visando a formação de conceitos significa obter um modo geral de pensar e agir sobre a matéria de estudo. A culminância dos processos de abstração e generalização é a formação de conceitos (LIBÂNEO, 2016, p. 359-360).

Após a identificação do núcleo conceitual e de seu processo de surgimento e desenvolvimento histórico, o professor poderá pensar na tarefa a ser realizada, sua natureza, tempo de duração, materiais necessários e como e quando as seis ações de estudo serão realizadas pelos estudantes. Trata-se da antecipação, feita pelo professor, de quais capacidades e habilidades cognitivas serão necessárias para a realização da tarefa, sem nunca perder de vista que o principal objetivo é a internalização dos conceitos científicos que constituem o núcleo conceitual do conteúdo estudado. (LIBÂNEO, 2016).

3.1.1 A escolha do conteúdo “materiais e substâncias”

O núcleo conceitual que selecionamos foi "materiais e substâncias", fundamentais para a aprendizagem da Química, uma vez que são os próprios objetos do conhecimento e da

investigação química e também, porque se aprofundam e se inter-relacionam com os demais conceitos que serão estudados no decorrer do Ensino Médio.

A escolha do conceito “materiais e substâncias” busca considerar o que Davidov (1988) denomina de “núcleo conceitual” do conteúdo a ser ensinado, ou seja, conceitos que são considerados essenciais, fundamentais, catalisadores de outros conceitos dentro da disciplina. Escolhemos “materiais e substâncias” como núcleo conceitual por entendermos que a Química estuda a transformação da matéria e que, compreendendo teoricamente, os estudantes poderão avançar melhor na apropriação dos demais conceitos da disciplina.

Quando iniciamos o estudo da Química enquanto disciplina escolar, entramos em contato com os seguintes termos: “matéria ou materiais” e “substâncias”. Ao aprender a compreender o que a Química estuda, é imprescindível entender exatamente que “materiais e substâncias” são conceitos estruturantes para conseguir avançar na compreensão dos demais conceitos no estudo da Química.

Segundo Santos e Mól (2013) vários filósofos gregos se preocuparam em explicar a natureza da matéria, um dos que mais se destacou no século IV a. C foi Aristóteles, no qual desenvolveu uma teoria para a explicação da origem de todos os materiais. Para ele, os chamados “elementos fundamentais”: água, ar, fogo e terra se combinariam podendo se transformar em outros materiais.

Ainda segundo Santos e Mól (2013), por volta de 470 a 360 a.C outros filósofos gregos, Demócrito e Leucipo (seu discípulo), elaboraram outra teoria para explicar a natureza da matéria, seria a teoria do atomismo. Eles afirmavam que a matéria poderia ser dividida em pequenas partículas indivisíveis, no qual foram chamadas de átomos (átomo: a=prefixo de negação; tomo=divisão).

Outra teoria que foi criada para a explicação da natureza da matéria foi a teoria do flogístico, proposta pelo químico alemão Georg Ernst Stahl (1600-1774). Nesta teoria, Stahl avançou nas explicações relacionadas a combustão, afirmando que o flogístico seria pequenos corpúsculos que se desprendem na combustão. No século XVIII, Lavoisier em muito contribuiu para a “revolução química”, considerada o ponto de partida para a chamada Química moderna. Com base experimental, Lavoisier conseguiu demonstrar que é o gás oxigênio o responsável pela combustão, conseguindo contestar a teoria do flogístico. Além de Lavoisier, podemos dizer que nesta trajetória histórica, outros cientistas, em vários momentos, ao estudar os elementos químicos, também contribuíram para a evolução da explicação do que seja a matéria e as substâncias que a constitui (SANTOS; MÓL, 2013).

Ao partimos do pressuposto que toda matéria é formada por substâncias e que tudo em volta é matéria, inclusive nós mesmos, podemos dizer que a partir dos estudos dos modelos atômicos, com destaque em especial para a segunda metade do século XIX, a aceitação e utilização das ideias iniciais de John Dalton (1766-1844) sobre a teoria atômica começaram a serem aceitas. Logo após este período, outros estudos com criação de modelos explicativos sobre a teoria atômica e sua evolução começaram ocorrer, constituindo o que conhecemos até hoje (SANTOS; MÓL, 2013).

O desenvolvimento histórico e teórico da Química converge para a atual conceituação e compreensão do que são matéria e substância, assim como suas propriedades, características e classificações – o que fundamenta também a Química enquanto disciplina escolar. Os conteúdos escolares têm origem e desenvolvimento no seio das ciências, essa é a razão pela qual Davidov (1988) insiste que não se pode ensinar os conceitos que constituem os conteúdos escolares, que são conceitos científicos, como se fossem conceitos espontâneos, baseando o método de ensino nas sensações, percepções, classificações, ordenamentos, memorização de definições e dados.

Para o autor, o conceito científico é considerado um protótipo, um modelo universal para o indivíduo lidar com as coisas que existem no meio em que se encontra. Esses conceitos são formados historicamente por experiências que foram e são construídas culturalmente. Uma das justificativas para a escolha do conteúdo do nosso experimento se baseia exatamente nestas concepções de Davidov, quando mostramos por meio do desenvolvimento histórico da Química a maneira como as inúmeras atividades permitiram e engendraram o surgimento dessa ciência.

O conhecimento da história do conceito é importante nesse processo, não para transformar-se automaticamente em conteúdo escolar, mas para buscar a sua essência como produção humana, para compreender o seu lugar como síntese na interação dos homens com o meio, e, assim, priorizar ações que permitam que a qualidade nova que a síntese conferiu às ações humanas ao longo da história seja também qualidade nova para o aluno que dela se apropria (SFORNI, 2004, p. 130).

Assim, a formação do pensamento teórico necessário para a compreensão do conceito se dá ao longo da história da produção humana, através da organização de atividades que contemplem conteúdos que abordam os conceitos dentro da lógica dialética, num processo de movimento. Os conteúdos escolares jamais devem ser estudados isolados ou dados num objeto em particular, pois sobrecarrega a memória; eles devem priorizar uma

unidade entre forma e conteúdo, com análise e reflexão dentro das ações executadas pelos estudantes.

Outra justificativa importante que nos conduziu à escolha do núcleo conceitual “materiais e substâncias” foi que, na revisão bibliográfica, nos deparamos com uma pesquisa que abordava o problema da deformação conceitual nos livros didáticos de Química, apontando os conceitos de matéria, material e substância como exemplos de conceitos que comumente são apresentados de forma equivocada. Em sua pesquisa, Tavares (2009) demonstrou, ao analisar 11 livros didáticos de Química, que muitos conceitos são introduzidos de maneira errada, com destaque para o conceito de substância, que segundo o autor, apresenta um formalismo que insiste na memorização da classificação dos diferentes tipos de substâncias.

O autor formulou quatro categorias que apresentam a forma como o conceito de substância é apresentado nos livros didáticos: *substancialista*, em que a substância é apresentada como elemento que existe em si mesmo, possuidor de propriedades inalienáveis, ou seja, que não se alteram, o que dá à substância uma propriedade característica de imutabilidade, o que não é verdadeiro; *empirista*, que se ocupa apenas da definição clássica do que é substância e que esta é definida por sua materialidade, por uma visão macroscópica e quantificável; *atômico-molecular*, em que as substâncias e suas propriedades são remetidas para o nível microscópico: o arranjo e a interação dos átomos, moléculas e íons são responsáveis pelas características e propriedades das substâncias e por fim, *animista*, onde a substância é um ente que possui ações voluntárias como as humanas, e que estabelece relações e se transforma por vontade própria.

As categorias (ou formas de apresentar o conceito) que mais aparecem nos livros didáticos é, segundo Tavares (2009), a empirista e a atômico-molecular, o que para o autor empobrece e dificulta a formação do conceito de substância pelos alunos e compromete de partida o avanço nos conhecimentos da disciplina, uma vez que se trata de um conceito fundamental.

Outro problema dos livros didáticos levantado pelo autor é o excesso e a ênfase nas classificações, muitas vezes desnecessárias e sempre associadas a imagens de produtos e objetos do cotidiano que “contém” os materiais e/ou substâncias. O autor também critica a relação que os livros estabelecem entre a Química e a situação de laboratório, associando sempre os conteúdos de ensino às situações ou imagens de experiências, equipamentos e utensílios de um tipo formal de laboratório, que sabemos não existir na maior parte das escolas brasileiras.

Por fim, o autor enfatiza que boa parte dos conteúdos apresentados nos livros são tão específicos e trazem tantas classificações e definições que até um profissional de Química teria dificuldades para organizar-se mentalmente e memorizar tantas informações.

3.2 O campo de realização do experimento didático-formativo e seus sujeitos

A Escola Estadual André Luiz da Silva Reis está localizada no Bairro Consil, na cidade de Cuiabá-MT e foi criada pelo Decreto Governamental nº 1.202 de 1985, ano de início de seu funcionamento. A escola localiza-se num bairro que é considerado de classe média alta, mas a maioria dos alunos reside em bairros adjacentes à escola, que oferece Ensino Fundamental e Ensino Médio e conta atualmente com 7 turmas de Ensino Fundamental e 7 turmas de Ensino Médio, totalizando 348 estudantes.

O experimento didático-formativo foi realizado em oito encontros, que correspondem a oito aulas, em uma turma de 1º ano do Ensino Médio constituída de 26 estudantes. O primeiro contato com os estudantes, ocorrido no dia 31 de março de 2017, objetivou apresentar a pesquisadora, seus objetivos e a proposta das aulas a serem realizadas. Ainda neste encontro, foi solicitado o preenchimento do termo de liberação do consentimento livre e esclarecido (TCLE) pelo responsável do aluno e do termo de assentimento livre e esclarecido, pelo aluno, para participação na pesquisa (TALE) (apêndices B e C). O aspecto geral e as condições materiais da sala de aula são muito bons: a sala é ampla e bem limpa, tem ar-condicionado, quadro branco com pincéis, carteiras e cadeiras limpas e um ambiente bem iluminado.

Esse primeiro contato já deixou os alunos bem intrigados e agitados com o que estaria por vir, demonstrando interesse em saber o que fariam e muitos perguntaram se fariam experiências no laboratório. Além disso, nos forneceu um dado importante de investigação: a relação do ensino de Química com a experimentação em laboratório, que analisamos anteriormente, que já se estabelece desde o início do Ensino Médio. A experimentação em laboratório se constitui num forte motivo para a aprendizagem, no entanto, podemos inferir que se trata de um motivo em si mesmo e não um motivo para aprender os conteúdos da disciplina.

No planejamento do experimento didático-formativo, detalhado mais adiante, uma das ações propostas é a experimentação, mas objetivamos essa ação como parte do processo de realização da tarefa não para comprovar empiricamente algo relacionado aos conceitos de

matéria e substância. A realização da atividade prática foi realizada para permitir uma visão ampla dos fenômenos químicos, partindo do geral para o particular, possibilitando abstrações e generalizações necessárias para a formação dos conceitos científicos.

Ainda nesse contato também solicitamos aos estudantes que respondessem um questionário (apêndice D), com o objetivo de conhecer aspectos socioeconômicos e culturais dos estudantes, importantes para a condução e correção do experimento didático-formativo. Conveniente informar que nem todos os estudantes matriculados na turma estavam presentes e 26 estudantes responderam ao questionário.

A idade dos estudantes varia entre 14 e 17 anos, 13 estudantes moram com os pais, 7 moram somente com a mãe e 6 moram com outros familiares. Quanto ao meio de transporte utilizado para chegar à escola, 12 estudantes vão a pé para a escola, 7, de carro e 7, de ônibus.

Em relação à moradia, 18 estudantes residem em casa própria e o restante dos estudantes respondeu morar em casa alugada. Sobre a renda familiar, de acordo com as respostas dadas, 6 responderam que a família vive com a média de um a um salário mínimo e meio; 12 responderam que suas famílias vivem com renda salarial de 2 a 4 salários mínimos e a família de 8 estudantes vive com salários que variam entre 5 a 10 salários mínimos.

Sobre a escolaridade e profissão das mães, 14 responderam que a mãe tem ensino fundamental; 8 responderam que suas mães fizeram o ensino médio e 4 responderam que suas mães têm ensino superior. As mães de 15 estudantes trabalham fora e as profissões que exercem são muito variadas: vendedora, motorista, contadora, segurança, auxiliar de cozinha, chefe de cozinha, técnica em radiologia, serviços gerais, despachante, técnica em enfermagem, dentre outras profissões.

Em relação à escolaridade e profissão dos pais, 5 não souberam responder a escolaridade do pai; 12 alunos responderam que o pai tem Ensino Fundamental; 5 responderam que o pai tem ensino médio e 4 responderam que seus pais possuem o ensino superior. As profissões dos pais também são diversificadas: pastor, mecânico, chefe de cozinha, dono de oficina, eletricitista, motorista, caminhoneiro, policial, mestre de obras, pintor, vendedor, garimpeiro, engenheiro.

São estudantes em sua maioria provenientes de um estamento social que podemos denominar de classe média baixa, cujos pais têm nível médio de escolarização. De acordo com Reis e Ramos (2011), a desigualdade social está fortemente relacionada às desigualdades no acesso à educação de boa qualidade e dada a faixa etária e renda familiar, os estudantes que participam da nossa pesquisa poderão, tendencialmente, alcançar níveis mais elevados de escolarização do que seus pais alcançaram. Para nós isso não poderia ser uma tendência, mas

um direito, já que é uma nova geração que deveria, ao contrário do que os dados mostram sobre a escolarização de seus pais e mães, que muitas vezes tiveram esse direito negado, finalizar com sucesso o Ensino Médio e alcançar o ensino superior.

3.3 Apresentação e análise do experimento didático-formativo

Primeiro encontro – 26 de abril de 2017

Iniciamos o experimento didático-formativo no dia 26 de abril de 2017 com a primeira ação de estudo, conforme o plano de ensino experimental apresentado acima, exibindo dois vídeos: “O alfabeto da matéria” e “A origem dos alquimistas”¹³. O objetivo desta ação inicial foi apresentar aos estudantes a história do conceito, o que para a teoria do ensino desenvolvimental é fundamental para desenvolver o pensamento teórico, uma vez que, segundo Davidov (1988), todo conceito deve ser abordado pelo lógico e pelo histórico. Abordar o conceito dessa forma também permite aos estudantes aproximarem-se da relação universal do conceito de material e substância, sem dar-lhes de imediato a definição científica deles. Além disso, nosso intento foi também captar as abstrações empíricas, ou ideias iniciais, ou ainda, os conceitos espontâneos dos alunos sobre o conceito de material e substância.

A turma foi dividida em 3 grupos¹⁴ para a realização do experimento, o que facilitou a organização, participação e levantamento de dados para as análises. Ao reservar o datashow para exibir os vídeos, não havia caixa de som e a única que a escola possuía já estava reservada para outro professor, o que atrapalhou um pouco o início e dificultou a mobilização da atenção dos estudantes, um total de 26 neste primeiro encontro. Somente um vídeo foi transmitido com o som normal do notebook utilizado, porém houve um aspecto positivo em relação a esta situação, que analisarei mais adiante. Durante a discussão sobre o que foi assistido, apenas cinco estudantes participaram ativamente, a maioria ficou apenas observando a conversa da pesquisadora com estes estudantes.

Os problemas com o som nos levaram à interrupção do vídeo por várias vezes e fazer certas interferências, explicando e fazendo alguns questionamentos, para que todos pudessem compreender seu conteúdo. Transcrevemos abaixo parte do diálogo estabelecido com os

¹³ “O alfabeto da matéria” está disponível em www.youtube.com/watch?v=Q45VZfxh2Eg e “A origem dos alquimistas” em www.youtube.com/watch?v=Oa24dvBO3uA&t=313s. Ambos foram capturados em 10/03/2017.

¹⁴ As falas transcritas dos grupos 1, 2 e 3 representam a ideia ou fala de estudantes que fazem parte de cada grupo. O objetivo de reunir os estudantes em grupo foi de fazer os mesmos aprenderem com a fala do outro colega sobre as possíveis discussões. As falas representam o pensamento formado do grupo.

estudantes, que nos permitiu captar as abstrações iniciais dos estudantes a respeito do conceito de “materiais e substâncias”.

-Professora: Do que é feita esta mesa, este livro, eu, vocês, seu cabelo, esta parede, do que são feitos?

-Grupo 1: De célula.

-Professora: Mas do que as células são feitas, existe algo além das células?

-Grupo 1: De ar, de água e de matéria viva.

-Professora: Mas o que é matéria?

-Grupo 2: É tudo que tem massa.

Continuamos questionando, até que a ideia de que matéria é tudo que tem massa e ocupa lugar no espaço foi apresentada, mas nenhum aluno conseguiu explicar do que a matéria é feita. Percebemos até o momento respostas ligadas a captação sensorial, a definições prontas, ou seja, nas relações gerais do objeto, confirmando o que Davidov (1988) chamou de pensamento empírico. Ao continuar o vídeo, apareceu uma explicação do que a matéria é feita, assim os alunos conseguiram relacionar os elementos químicos à constituição da matéria e a professora fez o seguinte questionamento:

-Professora: Como é possível termos tantas frases e palavras com apenas poucas letras no alfabeto brasileiro? A maioria dos estudantes ficaram quietos parados, pensando.

-Grupo 1: Elas têm significados, as pessoas aprendem e passam o significado para outras pessoas.

-Grupo 3: Juntando, elas se ligam e formam palavras.

-Grupo 1: Depois de algum tempo conseguem ser escritas.

-Professora: Agora vamos fazer o mesmo raciocínio, vamos pensar para a Química. Como nós temos tantos materiais diferentes? Como é possível? Qual é o alfabeto da matéria? O que o cientista Mendeleiev fez para contribuir com esta ideia?

-Grupo 1: A tabela periódica.

-Professora: Isso! Vocês estão chegando perto, do que a tabela periódica é feita?

-Grupo 3: De matéria.

-Grupo 2: De elementos Químicos.

-Grupo 1: Então existe mais material do que elementos químicos?

-Professora: Sim, exatamente como já foi comentado com o exemplo das letras do alfabeto, com os elementos químicos acontece a mesma ideia, sendo possível formar várias substâncias, mesmo com número pequeno de elementos.

Observamos que um estudante estava com uma tabela periódica em mãos, no fundo da sala.

-Professora: Você que está com uma tabela em mãos, quantos elementos químicos há nela? Quantos elementos químicos há hoje nela? Mais alguém tem a tabela periódica?

Os demais alunos começaram a responder que havia 113, 120, 127 elementos na tabela periódica. Argumentamos para que olhassem novamente e após alguns minutos, constatou-se que há 118 elementos na tabela. Chamamos a atenção dos alunos que no vídeo a quantidade mencionada foi de 94 elementos químicos, ou seja, no ano em que o vídeo foi disponibilizado (2008) havia 94 elementos e atualmente, o número de elementos já é outro, novos elementos químicos foram descobertos ou sintetizados.

- Professora: Como é possível termos tantos materiais e objetos diferentes em nosso mundo, não tendo muitos elementos químicos? O que acontece com esses elementos químicos?

-Grupo 1: Eles se misturam.

-Professora: Ótima resposta, mas a explicação ainda precisa ser melhorada. Será que é só misturar os elementos químicos que uma matéria, ou objeto é formado? Por exemplo, hidrogênio, com oxigênio diretamente eu colocando eles juntos formam a água? Seria tão simples assim? A turma ficou quieta, então a professora perguntou: o que é uma substância?

-Grupo 3: São elementos químicos.

-Professora: Mas é só isto?

- Grupo 2: Então, tem matéria.

-Grupo 1: A substância é o que dá para misturar.

-Professora: E antigamente, como era explicado sobre como é que a matéria era feita?

- Grupo 2: era feita de Terra, fogo, ar e água.

O problema com o equipamento de som e o atraso não permitiu que fossem assistidos os dois vídeos programados, deixamos o segundo vídeo para o encontro seguinte. Dividimos a turma em 3 grupos e entregamos o plano de atividades do experimento didático, para que respondessem as questões A e B do caderno do experimento, nos quais solicitavam uma síntese dessa primeira ação de estudo e chegamos ao fim do primeiro encontro.

Alguns aspectos desse encontro podem ser analisados e correspondem ao que podemos compreender como o processo de desenvolvimento dos alunos na realização dessa primeira ação de estudo. Quanto aos motivos para a aprendizagem, segundo Davidov (1988) se originam da organização e direção que o professor dá ao ensino. Acreditamos que abordar o conteúdo pelo histórico e pela abertura à participação no debate levou ao interesse e à

participação da maioria dos estudantes na aula, houve pouca conversa paralela e poucos alunos demonstraram claramente seu desinteresse.

O fato de não ter a caixa de som, por um lado pode ser considerado um ponto positivo, pois ao pausar o vídeo várias vezes pudemos retomar a atenção dos alunos e fazer com que as primeiras abstrações acontecessem, de maneira que os alunos começaram a elaborar respostas quando questionados. No entanto, percebemos que os estudantes precisavam avançar para formas mais desenvolvidas de elaboração conceitual, apesar de muitos ter iniciado a formação do pensamento teórico, ao expressá-los, percebemos estágios menos desenvolvidos do pensamento que necessitavam de situações de aprendizagem mais complexas, visando a essência dos fenômenos, pois muitas respostas ainda ficaram no nível das percepções sensoriais.

Segundo encontro – 27 de abril de 2017

No segundo encontro, realizado no dia 27 de abril de 2017, iniciamos a aula com a exibição do vídeo que não foi possível exibir no dia anterior. Abrimos espaço novamente para a discussão dos vídeos, dando destaque para a contribuição do cientista Mendeleiev em relação à descoberta e classificação dos elementos químicos e a construção da tabela periódica.

Um dos alunos achou muito interessante o fato de que no início foram descobertos poucos elementos químicos e nos dias atuais eram mais de cem. Informamos também que há cerca de quinze anos atrás, na tabela periódica havia aproximadamente 94 elementos e a cada dia um ou mais de um novo elemento pode ser descoberto, pois a Ciência não é estática e milhares de cientistas realizam várias pesquisas ao redor de todo o mundo.

É interessante mencionarmos que todos lembravam que o número de elementos químicos existentes atualmente é de 118, mas não tinham noção de como os elementos foram sendo descobertos, ou seja, como a ciência foi evoluindo e chegamos a esse montante de elementos. Pudemos observar claramente como a compreensão do desenvolvimento histórico da ciência dá um impulso muito interessante ao desenvolvimento do pensamento teórico na discussão com os alunos – o número de 118 elementos deixou de ser uma definição sem vida, sem sentido e não compreendida.

Podemos dizer que observamos claramente o início do desenvolvimento do pensamento teórico, segundo Davidov (1988), quando os alunos começaram a perceber a relação entre o lógico (118 elementos) e o histórico. Outra questão importantíssima é a abertura para a participação ativa dos alunos, no caso desta ação, incentivamos a discussão, o

diálogo e reflexão sobre os vídeos assistidos. Nas aulas de Química parece não haver motivo para debater e discutir conceitos que estão prontos e acabados e nos preocupamos apenas em passar informações. A dinâmica e a vivacidade dos alunos na discussão a respeito dos conceitos, desencadeada pela exibição de dois pequenos vídeos de cerca de 10 minutos cada um, nos revela o quanto a aprendizagem pode ser viva e prazerosa.

Lembramos aos estudantes que este era nosso segundo encontro e muita coisa já fora aprendida, portanto, os minidocumentários que seriam feitos pelos grupos poderiam ser um sucesso, pois quanto mais aprendêssemos sobre o conceito, melhor ficariam os resultados. Neste momento, podemos dizer que tentamos agir sobre os motivos dos alunos a partir dos conceitos, levando-os a considerar que quanto mais aprendessem sobre o conceito de materiais e substâncias, melhores ficariam os vídeos e conseqüentemente o processo de aprendizagem. Fato que Davidov (1988) chama a atenção, na aprendizagem escolar os motivos para a realização da tarefa de estudo tem que ter os conceitos como base. Entregamos o caderno de atividade para os três grupos formados na sala e lemos as questões propostas junto com os alunos.

-Grupo 1: Professora, e os alquimistas?

-Professora: O que os alquimistas fizeram que contribuíssem para entender a matéria?

-Grupo 1: Fizeram transformações.

-Professora: Tentaram fazer transformações e descobriram muitas coisas, o que mais eles fizeram que contribuísse para a Química?

-Grupo 3: Experiências.

-Professora: Também, muito bem! Eles deram o pontapé inicial, são considerados um dos precursores para o que hoje nós conhecemos como Química e contribuíram para o desenvolvimento desta ciência.

A turma foi dividida em 3 grupos e solicitamos que os estudantes respondessem um pequeno questionário elaborado, de forma que os estudantes precisassem elaborar aquilo que Davidov (1988) denomina de relação universal do conceito de material e substância. A intenção dessa ação é despertar a necessidade de pensar e usar um conceito que ainda não foi totalmente formado, mas que está em vias de ser. Esta ação objetiva dá início ao processo de superação das abstrações empíricas iniciais provocadas pelo debate sobre os dois filmes rumo

à formação de generalizações abstratas, etapa da formação dos conceitos científicos. O quadro abaixo¹⁵ apresenta as elaborações realizadas pelo Grupo 1.

Quadro 4 – Respostas do Grupo 1 para a primeira operação da primeira ação de estudo.

a) Do que a matéria é feita, qual é a matéria-prima do mundo?
A matéria é feita de pequenas substâncias químicas. A matéria prima do mundo são os elementos químicos da tabela periódica.
b) Qual foi a ideia inicial para explicar do que a matéria era feita?
De que tudo era composto por quatro elementos, terra, fogo, água e ar.
c) O que os alquimistas fizeram que ajudaram a entender melhor os mistérios da matéria?
Eles queriam transformar metais em ouro e queriam a pedra filosofal; através de seus estudos e experimentos eles conseguiram fazer novas descobertas que ajudaram a entender o mistério da matéria.
d) Qual o nome do cientista que contribuiu para a explicação e organização do que a matéria é feita?
Dmitri Mendeleiev
e) Pelo seu conhecimento de vida e escolar até o momento, cite 2 materiais, 2 substâncias e 2 elementos que aparecem nos vídeos.
Metal, ouro (material) Álcool, água (substâncias) Hidrogênio e Oxigênio (elementos químicos).

No Grupo 1, pela forma como os estudantes elaboraram as respostas às questões propostas, podemos observar que houve apreensão dos conceitos científicos (o que para nossa teoria é indício de desenvolvimento do pensamento teórico). Uma observação a fazer é sobre a primeira questão, onde os estudantes colocaram que a matéria é feita de pequenas substâncias químicas e depois complementam essa resposta ao discorrer sobre os elementos químicos da tabela periódica. A partir deste momento podemos supor que as primeiras abstrações mais elaboradas começaram a ocorrer. A compreensão da substância, dos elementos químicos como algo pequeno, às vezes invisível, mas que é real ajudou na elaboração sobre o conceito de substância, que por sua vez ajudará a elaborar melhor conceitos bastante complexos como o de átomo. Os Grupos 2 e 3 tiveram mais dificuldades para responder o questionário, em alguns momentos conseguiram, pela interação com a professora, desenvolveram as generalizações iniciais para a formação do pensamento teórico, necessária para responder os questionamentos.

Vamos observar o trecho que mostra a transcrição dessa ideia no pensamento dos estudantes:

¹⁵ Uma questão que nos chamou muito a atenção são os problemas e erros de língua portuguesa, tanto na fala quanto na escrita dos alunos, mas optamos por corrigir tais problemas e erros ao transcrever tanto as conversas quanto as respostas escritas.

-Professora: Pelo seu conhecimento de vida e escolar até o momento, cite 2 materiais, 2 substâncias e 2 elementos que aparecem nos vídeos.

-Grupo 2: É tudo aquilo que tem massa e ocupa espaço e lugar, exemplo: ar, água.

-Grupo 3: Metal e terra, água, oxigênio.

Ao analisar o processo de aprendizagem do grupo 2 e 3, após a interação e questionamento da professora, percebemos que estes grupos avançaram menos nas abstrações iniciais, sem contar com a dificuldade na interpretação do questionamento. Estes grupos ficaram ainda mais fixados no pensamento empírico ou na apresentação de respostas muito próximas das definições apresentadas em alguns momentos dos vídeos assistidos sob a forma de pseudoconceitos, mesmo após a discussão geral sobre os mesmos, que no nosso entendimento foi bastante interessante.

Consideramos que esta primeira atividade (ou operação, para utilizarmos o termo davidoviano), levou os alunos a construírem ou a começar a construir, o que Davidov (1988) chama de relação universal do conceito, ou seja, a compreensão daquilo que é mais genérico, mais totalizante, para depois relacionarem esse universal a casos particulares.

A principal relação universal construída pelos alunos no decorrer desta aula foi a compreensão de que todas as substâncias, quaisquer que sejam, são formados por elementos químicos. Foi possível observar o movimento do pensamento na direção da formação do conceito, mesmo nos dois grupos que ficaram ainda muito presos às definições formais ou a exemplos empíricos. Um dos grupos precisou de nossa constante intervenção para minimamente elaborar as respostas da atividade proposta.

Com a exibição dos vídeos, a intenção principal foi ajudar os alunos a perceberem que a Química é produção humana construída ao longo da história, estabelecer conexões entre o lógico e o histórico e permitir o início das primeiras generalizações substantivas.

Mesmo considerando, ao final da aula, que o formato da atividade (questionário) tenha interferido nos motivos dos alunos para a realização da atividade/operação, pudemos observar que a maioria participou das discussões e elaborações nos pequenos grupos, sem que precisássemos insistir. Não houve muita dispersão ou conversas paralelas, mas pudemos notar também que em cada grupo sempre havia um ou dois alunos que não participaram em relação aos questionamentos, a ideia de que só o professor deve ser ativo ainda se estabelece em nossa educação, sempre eram os mesmos alunos a questionar ou responder aos questionamentos. A partir do segundo encontro começamos a direcionar melhor os alunos na elaboração de

análises mentais para posteriormente os alunos poderem identificar elementos substanciais, visando a tarefa principal.

Terceiro e quarto encontros – 17 e 18 de maio:

A descrição e análise do terceiro e do quarto encontros estão associadas, pois as ações de estudo realizadas levaram a resultados parecidos. Foram dois encontros difíceis, pois houve um intervalo de duas semanas entre o segundo e o terceiro encontro, destinadas a realização de provas e aulas de reforço. Esse fato nos ajuda a perceber o quanto o ensino escolar está fundamentado numa concepção tradicional e quantitativa de ensino e aprendizagem, pois no momento a nota e médias eram mais importantes para a escola do que o desenvolvimento de uma pesquisa. O que justifica e torna ainda mais importante o desenvolvimento de nossa pesquisa, no sentido de transformar a visão tradicional de ensino que valoriza a quantificação do saber, assim como a divulgação de concepções de ensino e desenvolvimento que ajudem a problematizar a realidade escolar.

Retomamos a proposta da tarefa de estudo, que é a realização de um minidocumentário sobre as substâncias que constituem um determinado material que existe na escola e quais são as propriedades, atributos, usos, funções e aplicações deste material. A ação a ser realizada neste encontro objetivou levar os estudantes à compreensão de uma propriedade dos materiais denominada organoléptica, que nos ajuda a entender certas características dos materiais que podem ser descobertas pelos sentidos humanos.

Iniciamos mostrando para os estudantes vários materiais: brincos de cores diferentes, um copo com água, um copo com álcool, um pouco de sal e um pouco de açúcar refinado. Pedimos que os alunos tentassem identificar as semelhanças e diferenças entre os materiais usando os sentidos humanos: observação, tato, olfato, paladar. Em seguida, com base em suas anotações, os grupos deveriam responder por escrito aos seguintes questionamentos: a) Será que sempre podemos utilizar esta propriedade organoléptica pelos sentidos humanos para diferenciar os materiais? Por quê? b) Como podemos usar as propriedades organolépticas para separar os componentes do lixo?

Na outra operação realizada, um comprimido efervescente e brincos de metal de cores diferentes são colocados num copo com água, para que os alunos observassem e anotassem o que aconteceria. Foi necessário ajudar os estudantes a comparar os materiais e a levantar hipóteses sobre a diferença entre a efervescência do comprimido e a mudança de tonalidade dos brincos de metal. As duas operações acima descritas objetivaram levar os

estudantes a compreensão da existência de diferentes propriedades químicas nos materiais e que a mistura de algumas substâncias pode provocar uma reação química.

Por meio de questionamentos, incentivando a participação com hipóteses e repetindo os experimentos, foi possível perceber que os alunos compreenderam que os materiais e substâncias possuem algumas propriedades e características, fundamental para identificar a relação universal do conceito.

Quadro 5 – Respostas dos estudantes referentes à terceira operação da primeira ação de estudo

a) Comparando o início com o final do processo de efervescência do comprimido estomacal, o que podemos falar que aconteceu?		
Grupo 1 Com a dissolução do comprimido na água, além de ser uma reação química, transformou a água em uma nova substância, contendo gás.	Grupo 2 As substâncias reagiram para formar um novo produto, que foi o gás.	Grupo 3 Aconteceu um processo químico que mudou o estado da água, quando colocamos o comprimido na água podemos ver as borbulhas, a água fica mais clara.
b) Por que temos diferentes tonalidades de joias? Do que as joias são feitas? E por que muitas escurecem?		
Grupo 1 Pela variedade de metais; de metais; o suor, por exemplo, tem várias substâncias que reagem com o metal, além de sofrer oxidação.	Grupo 2 Por metais diferentes, são feitas de metais. Pelo oxigênio e substâncias químicas.	Grupo 3 Porque ele se mistura com outros elementos. A joia é feita de metal; e se dissolve no suor da nossa pele.

Na quarta operação, os grupos deveriam medir e anotar a temperatura de ebulição de um destes elementos: água, água com açúcar e álcool. Em seguida, os dados serão comparados (tempo, temperatura), levantando hipóteses sobre por que ocorre a mudança na cor e na temperatura das substâncias. O objetivo é levar a compreensão de que diferentes substâncias possuem características específicas e que estas podem variar.

O experimento não pode ser concluído em sua totalidade, pois havíamos trazido uma chapa de aquecimento com voltagem 220v e na escola não havia tomada elétrica com essa voltagem. Aquecemos água na cozinha da escola com a ajuda da merendeira e realizamos parte da experiência proposta.

-Professora: Quando a água passa do líquido para o gasoso o que aconteceu?

Os estudantes ficaram quietos, a professora então respondeu que uma temperatura precisa ser atingida para que a água entre em ebulição e passe do estado líquido para o gasoso.

- Professora: Quando medimos a temperatura da água com o sal dissolvido na água, a temperatura era diferente?

-Grupo 1: Sim!

-Professora: Por que será?

-Grupo 2: Porque misturaram as duas substâncias.

A professora pediu para dois alunos irem até a biblioteca da escola e pegar livros para os três grupos formados na sala utilizarem para continuar a responder as atividades.

-Professora: O livro vai auxiliar vocês a pesquisarem para começar a responder as atividades, porque vocês precisam de teoria, de conhecimento científico para a formação do pensamento teórico, para no final desta nossa caminhada de aprendizagem vocês executarem a tarefa principal que é a formação do pensamento teórico a respeito dos conhecimentos científicos sobre materiais e substâncias, através da elaboração do minidocumentário. Neste momento, é necessário que todos sejam parceiro um do outro, então não é só para um responder, todos devem colaborar nas discussões do grupo para responder os questionamentos, é nas trocas dessa convivência, de vocês com vocês mesmos e de vocês comigo e eu com vocês que o pensamento teórico científico vai se formando.

Outra experiência realizada foi para ajudar na internalização do conceito de densidade. Um ovo foi colocado dentro de um copo com água e pedimos que os estudantes observassem o que aconteceu. Em seguida, o ovo foi retirado, para o acréscimo de sal na água e o ovo colocado novamente no copo, sempre incentivando os estudantes a observarem atentamente o que acontecerá. Após a realização da prática, vários questionamentos foram realizados para que os estudantes, analisando o processo de aprendizagem, pudemos afirmar que houve progresso no desenvolvimento do pensamento, porém ainda no nível do pensamento empírico:

-Professora: O que é necessário para entender sobre a densidade?

-grupo 2: elementos químicos.

-Professora: Para aprender sobre a densidade, precisa saber de mais informações.

-Grupo 1: 2 coisas, ah saber das substâncias.

-Professora: isso! Vamos especificar melhor, por isso neste momento é necessário pesquisar.

-grupo 1: relação massa e volume.

-Professora: muito bem!

-Professora: Sobre a experiência realizada com o ovo, por que num certo momento o ovo afunda e no outro flutua?

-Grupo 1: Porque a relação massa volume do ovo é maior em relação à água, ou seja, sua densidade é maior. Quando foi colocado o sal na água, a densidade da água se torna maior.

-Grupo 2: O ovo flutua por causa da densidade da água.

-Grupo 3: Por que se comporta de maneira diferente quando mergulhado nos diferentes líquidos.

Nesta operação, após a observação da experiência e dos questionamentos, a professora conseguiu captar o movimento do pensamento dos alunos, a ideia inicial foi levar o aluno a partir do pensamento abstrato até chegarem ao pensamento concreto. Os três grupos perceberam a ideia fundamental que para se descobrir sobre a densidade de uma substância é necessário conhecer a relação da massa e do volume, constituindo a formação do pensamento teórico, sendo a densidade um dos conceitos nuclear para a compreensão do que sejam “materiais e substâncias”. O conteúdo sobre densidades nos mostrou ser mais complexo do que havíamos imaginado, percebemos que em alguns momentos a elaboração conceitual ficou comprometida, principalmente pela questão da quebra dos encontros sugerida pela escola. Até pela forma que a densidade é ensinada nos diversos conteúdos escolares, permitindo vários sentidos de significação, percebemos que vários professores de Química vem apresentando dificuldades para ensinar o conteúdo sobre densidade (ROSSI et al., 2008). O que mais se presencia na sala de aula de acordo com Rossi et al., (2008), é a ênfase que os professores dão aos cálculos matemáticos, que envolvem a relação massa e volume, vistos no conceito de densidade. E quando é para o aluno relacionar o conceito de densidade a situações e problemas cotidianos, ele não consegue relacionar ao que ele aprendeu em sala de aula. Nos próprios livros didáticos o conteúdo densidades aparece com ênfase aos cálculos, continua exclusivamente relacionado à resolução de problemas matemáticos, a construção de tabelas, análises de dados, de uma maneira que o aluno possa observar e resolver o máximo de problemas possíveis, porém esses mesmos alunos, por exemplo, ainda apresentam dificuldades em entender o processo de funcionamento de densímetros em postos de gasolina.

No experimento didático nós tentamos abordar o conceito geral de densidade, com o intuito de formar generalizações sobre a relação geral universal de mais uma propriedade dos materiais e substâncias, portanto não trabalhamos cálculos. Talvez pela questão de tempo de execução do experimento e da própria complexidade conceitual que o conteúdo densidade exige, percebemos que o resultado desta operação ficou comprometido, ficando o pensamento dos alunos mais no nível empírico do que propriamente conceitual. As respostas no caderno do experimento alcançaram êxito em sua maioria devido à utilização dos livros didáticos pelos alunos.

Para levar os estudantes à identificação da relação universal do objeto estudado, foi necessário planejar uma série de operações, pois esta relação universal necessita daquilo que Vigotski (2001) denomina de rede ou pirâmide de conceitos. A primeira ação de estudo

proposta por Davidov (1988) revelou-se a mais complexa e a mais importante, foi possível perceber o envolvimento dos estudantes com o conteúdo, bem como captar alguns indícios de desenvolvimento do pensamento teórico, conforme nos revelam os quadros com as sínteses das respostas verbais ou por escrito que fomos coletando no decorrer do experimento didático-formativo.

Quinto encontro – 24 de maio de 2017

Neste encontro, entregamos duas caixas fechadas¹⁶ aos três grupos, sem que os estudantes soubessem o que havia dentro, que são outras caixas de tamanhos e cores diferentes e dentro destas poderia ainda haver outras caixas menores, também de tamanhos e cores diferentes. O objetivo desta atividade é levar à compreensão dos conceitos de substâncias simples e substâncias compostas, misturas de substâncias e de elemento químico.

Após receber as caixas, os grupos deverão tentar descobrir qual o material que as mesmas representam e do que este material é feito. Cada caixa dentro do material representa uma substância química e um elemento químico, conforme lista fixada no quadro com as representações da caixa e da cor relacionadas a elementos químicos. Esta operação pretende levar os alunos a perceberem como as substâncias são representadas e classificadas: substâncias simples, substâncias compostas e elementos químicos. Os estudantes poderão pesquisar em livros e na internet sobre as substâncias que encontraram nas caixas.

-Professora: O que vocês vão fazer para descobrir o que tem na caixa e do que este material é feito? Ainda não é para fazer nada, é para pensar neste momento.

-Grupo 1: Vamos balançar a caixa. Escutar o som da caixa, sentir o peso da caixa.

-Grupo 2: Ver as características do papel que está embrulhando a caixa. Cheirar a caixa.

-Grupo 3: Cheirar a caixa. Balançar a caixa.

-Professora: Ótimo, estão vendo, vocês já estão respondendo uma das propriedades que acabaram de aprender, as organolépticas. Com tudo o que responderam, já dá para descobrir o que tem dentro da caixa?

-Grupo 3: Não dá, precisa abrir a caixa, professora.

¹⁶ A atividade com as caixas foi produzida pela professora pesquisadora com o intuito dos estudantes compreenderem o conceito de material, substâncias simples, substâncias compostas, misturas de substâncias e elementos químicos. A professora fixou no quadro um cartaz com a representação das caixas, cada cor das caixas representou um elemento químico. A caixa principal foi encapada com papel de embrulho para presente chamando bem a atenção, dentro dessa caixa havia outras caixas e dentro dessas podia haver outras ou não, cada caixa representou a ideia da classificação das substâncias e dos elementos químicos de acordo com as cores que as mesmas foram encapadas e de acordo com a legenda apresentada pela professora. Como num quebra cabeça, o grupo deveria representar uma determinada substância química pela fórmula a partir do conjunto de caixas que o mesmo pegou.

A atividade com as caixas deixou os estudantes bem agitados, foi preciso que se interferisse em vários momentos para que voltassem sua atenção para a operação a ser realizada.

-Grupo 3: Professora, encontramos 2 caixas dentro da caixa.

-Professora: Vamos abrindo as caixas, vejam a legenda no quadro relacionando as cores das caixas com os elementos químicos.

Os estudantes iniciaram a escrita das respostas das perguntas sobre a operação e continuaram a abertura das demais caixas. Alguns estudantes não entenderam as orientações e começaram a abrir todo o embrulho da caixa, o que poderia prejudicar a atividade.

-Professora: Agora, depois da abertura de todas as caixas, vamos ver quais substâncias vocês pegaram.

-Grupo 1: Hidrogênio e peróxido de hidrogênio.

-Grupo 2: Água e ácido clorídrico.

-Grupo 3: Cloreto de sódio e o óxido de silício.

Nesse momento foi explicado no quadro, o que são as substâncias e sua classificação, chamando a atenção dos estudantes para as substâncias que tinham em suas caixas e a legenda que estava no quadro. Com a ajuda do livro didático foi demonstrado vários exemplos para os alunos, além do conceito de classificação das substâncias. Essa operação foi necessária para que ficasse bem clara a diferença entre material, substâncias simples e compostas, além de elementos químicos, para que assim os estudantes pudessem continuar a responder por escrito o questionário proposto.

-Professora: Como é que conseguimos caracterizar uma substância? Vamos recordar o que nós já estudamos no decorrer das aulas? Lembram o que caracterizam vocês enquanto ser humano e na sociedade?

-Grupo 3: Pelo DNA, pelo número de identidade, CPF.

-Professora: E com as substâncias? Quais as propriedades já estudadas?

-Grupo 2: Pelo cheiro, pela maneira de sentir, pela cor.

-Professora: Ótimo, essas são as propriedades organolépticas das substâncias, mas nem tudo dá para pegar ou experimentar quando se trata de substâncias químicas.

-Grupo 1: Pelos elementos químicos presentes.

A realização da sexta operação da primeira ação de estudo foi considerada mais complexa e mesmo com os imprevistos, revelou a capacidade dos estudantes em aplicar e relacionar o conceito de propriedade das substâncias com os conceitos de substâncias simples e compostas, misturas de substâncias e elementos químicos. Podemos dizer que conseguiram

identificar a relação universal do conceito nuclear de materiais e substâncias. Esta operação evidenciou o caminho inverso do ensino tradicional de química no qual estamos acostumados a ver, neste tipo de ensino o estudante aprende a conceituar o que são substâncias a partir da classificação das fórmulas, pela observação das substâncias simples ou compostas e pelos tipos de características das mesmas, o que Davidov (1988) chamou de pensamento empírico. Com a atividade das caixas partimos da ideia geral para se chegar ao particular, utilizando um modelo criado pela professora que necessitou de abstração, análise e generalização, ou seja, da formação do pensamento teórico para representar a ideia de material e substâncias.

Alguns estudantes tiveram um pouco de dificuldade para explicitar as propriedades das substâncias, sendo necessária a intervenção de outros estudantes e da pesquisadora no momento de elaboração das ideias, ou seja, do pensamento. Em vários momentos, na realização das diversas operações, cujo objetivo foi fazer com que os estudantes realizassem a ação de identificação da relação universal do conceito, os estudantes com maior dificuldade escutavam atentamente a fala dos colegas ou da pesquisadora para então comentar algo. Isso confirma a importância das relações intersíquicas para o desenvolvimento intrapsíquico, conforme Vigotski (2001).

Sforni (2004) também enfatiza a importância da realização coletiva das ações e operações de estudo, o que para a teoria do ensino desenvolvimental em muito contribui para que os estudantes avançassem qualitativamente no plano mental. As seis operações que constituíram a primeira ação de estudo já nos permitem identificar determinadas contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química, como esperamos ter evidenciado em nossas análises até aqui.

Na realização da ação 1, portanto foi necessário fazer a reflexão sobre o conhecimento universal de materiais e substâncias, lembrando que a passagem dos conceitos espontâneos aos científicos não ocorre de maneira espontânea. Por isso a ação 1, foi a mais longa do experimento, necessitando de vários questionamentos realizados pela professora pesquisadora, além de atividades práticas, consideradas primordiais no processo de ensino-aprendizagem para a formação de conceitos e do desenvolvimento psíquico. Quando partimos da relação universal do objeto estudado, com a intenção de iniciarmos a formação dos conceitos científicos, utilizamos a interiorização da linguagem. Através dessa operação foi necessário destacar o que Vigotski (2001) já havia levantado em seus estudos, uma rede de conceitos necessários, que para nós foi essencial para iniciar a compreensão sobre materiais e substâncias. A maneira que conduzimos a realização dessas operações foi diferenciada do ensino que estamos acostumados (tradicional), que parte de “baixo para cima”, de casos

particulares para se explicar o geral. Em cada uma dessas operações a professora foi destacando palavras importantes que começaram a estruturar o pensamento do estudante, ou seja, a partir dos conceitos científicos foi possível perceber a modificação dos conceitos espontâneos, e não o inverso, permitindo aos estudantes um novo modo de interação com o mundo.

Sexto encontro – 25 de maio de 2017.

O encontro foi iniciado com a entrega do caderno de atividades do experimento didático-formativo para que os estudantes terminassem de responder às questões do encontro anterior e principalmente para um maior esclarecimento a respeito do conceito de densidade.

Na prática escolar, os conceitos quase sempre são ensinados por meio de representações originadas de dados sensoriais, através de nomeações, associações e classificações, segundo Sforni (2004).

No caso do ensino de Química, essa tendência parece ser ainda mais evidente. O conceito de materiais e substâncias quase sempre é apresentado desta forma e concluímos que o aluno aprendeu o conceito quando consegue identificar, pela memorização, a fórmula química que é a representação da substância. Por meio da primeira ação de estudo e suas operações, fundamentais para que pudéssemos executar a segunda e a terceira ação do experimento didático-formativo, procuramos seguir um caminho inverso.

Na segunda ação de estudo, os alunos deveriam elaborar um modelo da substância que representasse a ideia do material e suas substâncias, simples e compostas. Orientados pela pesquisadora, os alunos poderiam utilizar símbolos como bolinhas, quadrados, triângulos, pontos, cruzes e cores. Os resultados foram bem interessantes, como podemos observar nas figuras a seguir.

GRUPO

AÇÃO 2

OPERAÇÃO 1: Elaborar um modelo que represente a ideia de material, substâncias, substâncias simples e substâncias compostas.

- Crie um modelo para representar a ideia que você tem sobre material ou matéria e substâncias.
- Comece a pensar nas substâncias que existem na escola com ajuda dos seus colegas do grupo e da professora utilize os símbolos ou imagens (ex: bolinhas, quadrados, triângulos, pontos, cruz, cores alternadas) para representar a ideia de substâncias simples, substâncias compostas e misturas de substâncias.
- Pesquise onde for necessário para elaboração do modelo.
- Socialize os modelos com os outros grupos da turma após criação.

Resolvemos escolher o papel, que está bem presente no nosso dia-a-dia.
O papel é composto por várias substâncias, então resolvemos escolher apenas duas. Veja o exemplo.
 pegamos o cloro: Cl_2 e o peróxido de hidrogênio: H_2O_2 .

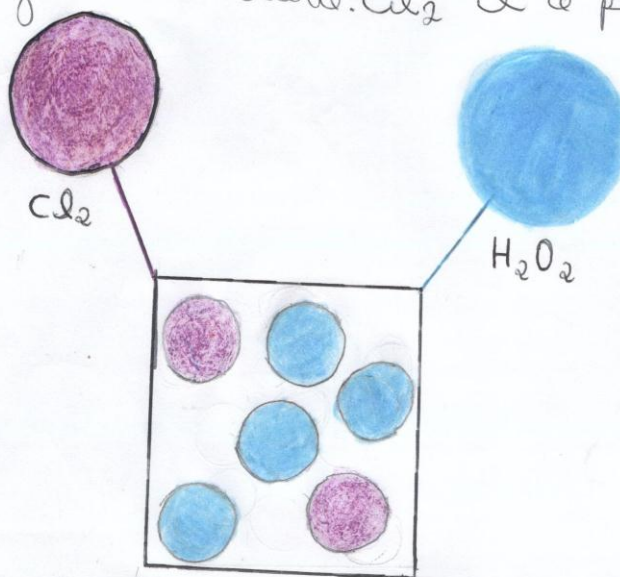


Figura nº 2: Modelo criado pelo grupo de nº1 sobre a ideia de material e substâncias.

GRUPO

AÇÃO 2

OPERAÇÃO 1: Elaborar um modelo que represente a ideia de material, substâncias, substâncias simples e substâncias compostas.

- Crie um modelo para representar a ideia que você tem sobre material ou matéria e substâncias.
- Comece a pensar nas substâncias que existem na escola com ajuda dos seus colegas do grupo e da professora utilize os símbolos ou imagens (ex: bolinhas, quadrados, triângulos, pontos, cruz, cores alternadas) para representar a ideia de substâncias simples, substâncias compostas e misturas de substâncias.
- Pesquise onde for necessário para elaboração do modelo.
- Socialize os modelos com os outros grupos da turma após criação.

Escolhemos o material Vidro, o vidro é composto de várias substâncias, Assim escolhemos duas: hidróxido de sódio (NaOH) e carbonato de potássio (K_2CO_3)

$\blacksquare = \text{Na}$ $\triangle = \text{K}$
 $\square = \text{O}$ $\odot = \text{C}$
 $\square = \text{H}$

NaOH
 $\blacksquare \square$

K_2CO_3
 $\triangle \triangle \odot \square \square \square$

Figura nº 3 - Modelo criado pelo grupo de nº2 sobre a ideia de material e substâncias.

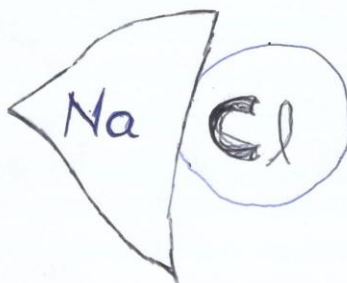
GRUPO

AÇÃO 2

OPERAÇÃO 1: Elaborar um modelo que represente a ideia de material, substâncias, substâncias simples e substâncias compostas.

- Crie um modelo para representar a ideia que você tem sobre material ou matéria e substâncias.
- Comece a pensar nas substâncias que existem na escola com ajuda dos seus colegas do grupo e da professora utilize os símbolos ou imagens (ex: bolinhas, quadrados, triângulos, pontos, cruz, cores alternadas) para representar a ideia de substâncias simples, substâncias compostas e misturas de substâncias.
- Pesquise onde for necessário para elaboração do modelo.
- Socialize os modelos com os outros grupos da turma após criação.

não escolhemos sal e a fórmula NaCl



$\Delta = Na$

$O = Cl$

$\Delta O =$

Figura nº 4 - Modelo criado pelo grupo de nº3 sobre a ideia de material e substâncias.

A ação de modelação, conforme a teoria do ensino desenvolvimental, tem o objetivo de fazer com que os estudantes expressem graficamente as relações identificadas no conceito de substância simples e substâncias compostas, de acordo com o material escolhido. Na primeira ação de estudo, os estudantes também expressaram sob a forma gráfica seus entendimentos sobre o que estava sendo estudado, mas nessa segunda ação proposta, a construção do modelo é uma ação mais elaborada, pois prescinde da escrita e exige outras formas de representação das ideias.

Esta atividade foi muito interessante, pois mesmo com certa dificuldade e pouca familiaridade com os símbolos químicos para executá-la, os alunos demonstraram o quanto os conceitos da primeira ação de estudo haviam sido compreendidos.

O Grupo 1, que escolheu o papel como material para criar um modelo de suas substâncias, representou em um mesmo conjunto, duas substâncias presentes no papel, conseguiram compreender a caracterização do material e que nele estão presentes substâncias diferentes, representaram bem a ideia, só tiveram dificuldade em representar a ideia de substância composta.

Já o Grupo 2, que escolheu o vidro para a produção do modelo, representou de forma solta dois componentes constituintes do vidro, não conseguiram modelar a ideia de que as substâncias constituem uma unidade, fazem parte de um mesmo material, mas compreenderam que cada representação simbólica corresponde a um elemento químico.

O Grupo 3, que escolheu o sal de cozinha como material destacou uma das substâncias que constituem o sal, seu principal componente, que é o cloreto de sódio. Na representação deste grupo percebemos o mesmo problema que ocorreu com o Grupo 2, a representação da substância ficou “solta”, não conseguiram compreender a relação entre as substâncias na composição de um material, mas conseguiram reproduzir no modelo os diferentes elementos químicos que constituem a substância.

Ao realizar esta ação, percebemos transformações qualitativas com a trajetória já percorrida pelos alunos, a partir dos modelos criados pelos alunos evidenciou a aprendizagem de alguns conceitos que foram fundamentais para a formação do pensamento teórico. O pensamento teórico é iniciado pelo processo de conceitos, o que propicia o desenvolvimento das funções mentais e o domínio da consciência, possibilitando transformações significativas no pensamento (FERREIRA, 2009). Na elaboração dos modelos realizada pelos alunos percebemos a formação de nexos e relações diretas formadas pelo pensamento abstrato, rumo ao pensamento concreto, que conduziu ao estabelecimento de relações lógicas mais complexas, nos quais são exigidas na formação do pensamento teórico. Os três grupos

conseguiram avançar na formação do pensamento teórico, perceptível na criação dos modelos apresentados pelos alunos. Quando este processo foi alcançado, os conceitos foram adquirindo mais precisão nos seus significados para o aluno, fazendo com que os mesmos pudessem superar as apreensões sensoriais perceptivas nos fenômenos, fato que pode ser explicado mediante a formação de análises e sínteses provenientes da trajetória já percorrida das ações.

Sétimo encontro – 31 de maio de 2017:

Iniciamos o encontro entregando os livros didáticos e o caderno de orientações do experimento didático-formativo, para que os alunos realizassem uma atividade cujo objetivo seria levá-los à identificação das propriedades intrínsecas do conceito, de forma que consigam realizar o movimento do pensamento que vai do conceito geral (materiais e substâncias) para suas particularidades (substâncias simples, substâncias compostas e elementos químicos) e vice-versa. As operações que constituíram essa ação são as seguintes: elaborar uma representação gráfica que represente a ideia de todos os conceitos já vistos nas ações anteriores, trazendo todas as características dos materiais e substâncias, tipos de substâncias e elementos químicos. Para tanto, poderiam consultar o livro didático, as anotações e as atividades escritas já realizadas. Esta atividade objetivou levar os estudantes à identificação das propriedades fundamentais do conceito nuclear, na figura abaixo vamos observar as representações conceituais criadas pelos três grupos (1, 2 e 3) respectivamente de cima para baixo:

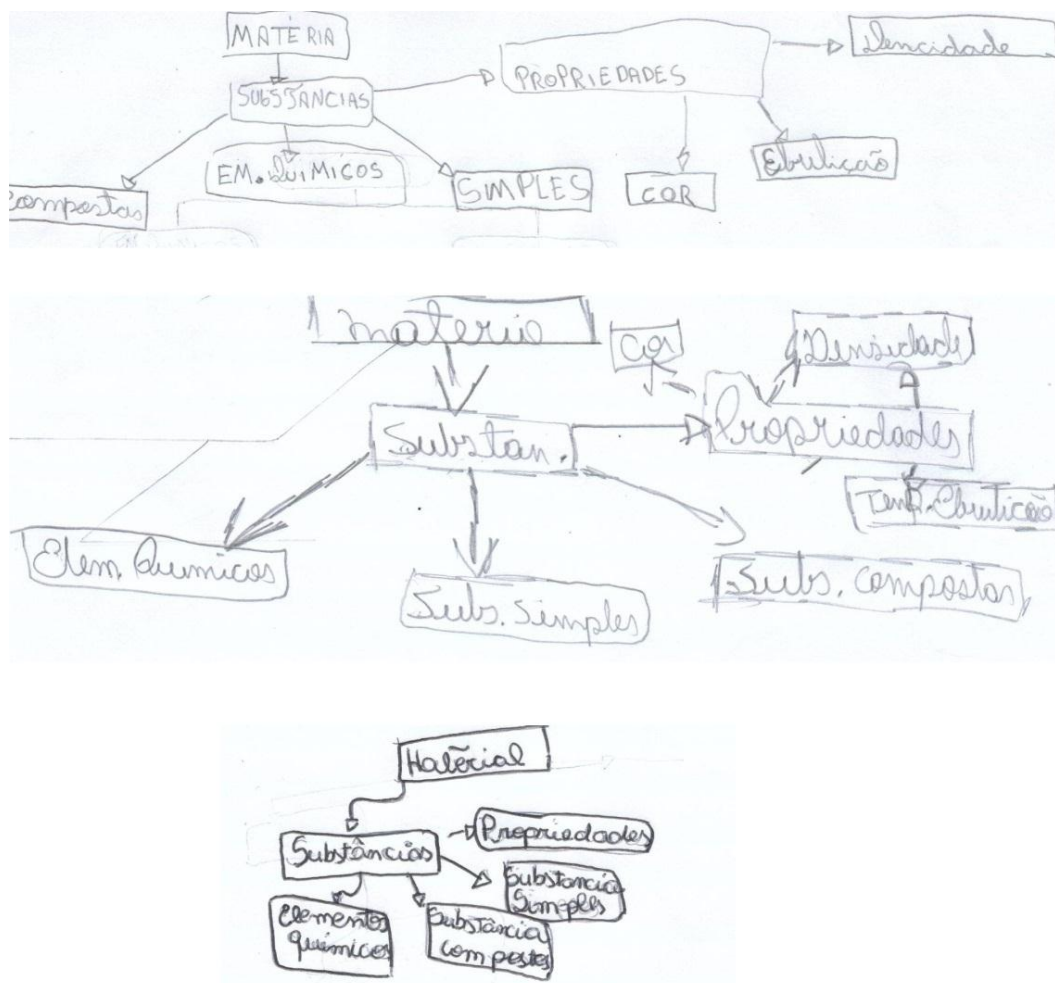


Figura nº 5 – Representação gráfica criada pelos 3 grupos (1, 2 e 3) respectivamente de cima para baixo, sobre todos os conceitos vistos nas ações anteriores sobre materiais e substâncias.

Durante o processo de realização das operações que constituem a ação proposta, fomos percebendo o quanto o pensamento teórico dos estudantes sobre o conceito de materiais e substâncias havia se desenvolvido. As representações conceituais elaboradas pelos grupos permitem ver claramente o pensamento organizado, a demonstração das relações entre os conceitos de matéria, substâncias e suas características, elemento químico. Como já foi mencionado no ensino tradicional o processo de aprendizado dos conteúdos, parte-se do pensamento particular para o geral, no ensino da Química para a compreensão sobre as substâncias parte-se de exemplos específicos e de fórmulas para se aprender sobre substâncias de uma maneira em geral. Nesta ação foi a que mais caracterizou a organização do pensamento dos alunos segundo os pressupostos do ensino desenvolvimental, partiu-se do conceito de materiais até chegar-se na concepção de elementos químicos. A única dificuldade enfrentada pelos alunos existiu apenas inicialmente, sobre a compreensão do que seria a representação e a criação desse esquema conceitual. Para minimizar tal dificuldade nós

demostramos através do próprio livro didático vários esquemas de representações conceituais criados para facilitar, simplificar e organizar a ideia, mostrando os conceitos estruturantes de determinado conteúdo.

Nesse mesmo encontro os alunos realizaram uma tarefa particular, sob a forma de dois problemas específicos, para induzi-los a usar e aplicar o conceito nuclear em situações particulares. Segundo Davidov (1988) essa ação de estudo é importante tanto para ajudar os estudantes a realizarem o trânsito do universal para o particular e vice-versa quanto para avaliar o desenvolvimento do pensamento teórico.

Problema 1: Classifique as substâncias em simples ou compostas e explique porque se trata de uma substância simples ou de uma substância composta: Fe; CH₄; H₂SO₄; O₃.

Problema 2 (retirado de uma prova do Enem, 2003): Leia o relato de uma pessoa que perdeu o olfato por ter misturado água sanitária, amoníaco e sabão em pó para limpar um banheiro. “A mistura ferveu e começou a sair uma fumaça asfixiante, não conseguia respirar e meus olhos, nariz e garganta começaram a arder de maneira insuportável. Saí correndo à procura de uma janela aberta para poder voltar a respirar”. Escolha uma das alternativas abaixo, indicando qual a linguagem científica mais adequada para o relato dessa pessoa e expliquem porque escolheram essa alternativa.

- a) As substâncias químicas presentes nos produtos de limpeza evaporaram.*
- b) Com a mistura química, houve produção de uma solução aquosa asfixiante.*
- c) As substâncias sofreram transformações pelo contato com o oxigênio do ar.*
- d) Com a mistura, houve transformação que produziu rapidamente gases tóxicos.*
- e) Com a mistura, houve transformação química, evidenciada pela dissolução de um sólido.*

Os três grupos conseguiram resolver os dois problemas com 100% de acerto, embora tenham necessitado de orientação da professora pesquisadora quanto a interpretação das questões para chegarem à resolução adequada. Ao passar pelos grupos para ajudar na resolução dos problemas, pudemos verificar o envolvimento dos estudantes com a tarefa particular, discutindo, perguntando, lendo novamente os problemas apresentados.

Oitavo encontro – 01 de junho de 2017:

O último encontro foi destinado às orientações para a realização da tarefa geral proposta já no início do experimento didático-formativo – a criação de um documentário de 5 minutos, explicando o que são e como são feitos determinados materiais que existem na escola e quais substâncias químicas constituem esses materiais. Essa tarefa é considerada uma tarefa geral porque para realizá-la os estudantes deveriam de certa forma, desenvolver

novamente todas as ações de estudo propostas por Davidov (1988), ao mesmo tempo em que poderão controlar e avaliar a própria aprendizagem em relação às ações anteriores.

O objetivo foi levá-los a realizar uma síntese dos conceitos aprendidos durante o experimento didático-formativo, bem como conduzi-los à autoavaliação, verificando, no processo de resolução da tarefa, se internalizaram os conceitos estudados. O Grupo 1 escolheu o papel como o material de seu documentário, o Grupo 2 escolheu o sal de cozinha e o Grupo 3, o vidro.

Não foi possível para a pesquisadora voltar à escola para acompanhar o processo de realização dos documentários, pois a turma, segundo a coordenação da escola, estava “atrasada” nos conteúdos da disciplina em relação às outras turmas. Entramos em acordo com a professora responsável pela disciplina para que esta fosse acompanhando e auxiliando os estudantes na realização dos documentários, se necessário, e nos dispusemos a acompanhar e orientar os estudantes por e-mail e whatsapp. A data combinada com os estudantes para a apresentação dos documentários foi 10 de julho.

No dia combinado para a apresentação, um dos grupos não havia realizado o documentário, alegando que não conseguiram se reunir novamente para fazer a tarefa porque foi um período de muitas provas e finalização do conteúdo de outras disciplinas. Durante a apresentação dos dois documentários produzidos, a pesquisadora foi incentivando os estudantes a verificarem o que aprenderam se havia equívocos e inconsistências em alguma informação dos documentários, bem como a realizarem uma avaliação geral do que vivenciaram ao longo de todo o processo, desde o primeiro encontro.

Percebemos que os estudantes dos dois grupos que fizeram os documentários tiveram dificuldades. Os vídeos não foram muito bem organizados e em vários momentos os alunos que estavam narrando o documentário, leram o que haviam escrito sobre as substâncias que constituíam o material por eles escolhido. Mas também foi possível identificar indícios de formação do núcleo conceitual “materiais e substâncias”, o mais evidente foi o trânsito do pensamento do universal (materiais e substâncias) para o particular (propriedades e características das substâncias e elementos químicos) e vice-versa. Infelizmente houve o problema em relação à presença da pesquisadora na escola para ajudar na elaboração dos documentários, o que certamente prejudicou a realização da tarefa e nos impediu de ajudá-los e de acompanhar o desenvolvimento do pensamento no processo de realização dos vídeos.

Procuramos captar e analisar, no decorrer da realização do experimento didático-formativo, fundamentado nos pressupostos da teoria do ensino desenvolvimental, tal como proposta por Davidov (1982, 1988), como se dá o processo de desenvolvimento do

pensamento teórico dos estudantes na internalização do núcleo conceitual “materiais e substâncias”.

Podemos afirmar que as tarefas, ações e operações que propusemos no plano de ensino experimental para os estudantes realizarem, bem como o tipo de interação dos alunos entre si e destes com a pesquisadora, conduziu a um nível de desenvolvimento do pensamento qualitativamente diferente e mais elaborado do que o nível em que se encontravam quando iniciamos o experimento didático-formativo. A evidência desse fato se deu principalmente através do movimento do pensamento do universal para o particular e vice-versa, e na aplicação consciente dos conceitos a situações e problemas particulares. As ações mentais formadas que pudemos constatar em diferentes momentos ao longo dos oito encontros, caracterizaram e deixaram claro o que Davidov (1988) propôs sobre a formação dos verdadeiros conceitos científicos e do desenvolvimento do pensamento teórico.

O tipo de interações vivenciadas no experimento didático formativo permitiu aos estudantes uma maior autonomia nas relações entre a professora e entre os grupos, percebidas principalmente pelas tentativas de síntese das ideias, proporcionando melhor organização do pensamento desses estudantes.

Após as análises das ações o processo da aprendizagem que desencadeou na formação do pensamento teórico científico se deu no início pela tomada de consciência, e no decorrer do processo, pelo uso de conceitos em situações específicas, caracterizando em alguns momentos o domínio do conceito. Podemos dizer que o processo de aprendizagem proporcionado pelo experimento didático e a formação do pensamento teórico sobre o conceito de materiais e substâncias se deram num movimento constitutivo, dialético como elemento produto e elemento orientador das ações humanas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta investigação partimos do pressuposto de que a função social primordial da escola é o ensino dos conhecimentos historicamente acumulados pela humanidade e que o ensino dos conceitos científicos é fundamental para promover o desenvolvimento psíquico das crianças e jovens em idade escolar.

Fundamentando-nos na teoria histórico-cultural do desenvolvimento e na teoria do ensino desenvolvimental, nossa pesquisa objetivou identificar e analisar as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química, a partir da análise do processo de aprendizagem do conceito de materiais e substâncias de estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, utilizando para tal fim a metodologia do experimento didático-formativo, planejado conforme os princípios pedagógico-didáticos do ensino desenvolvimental propostos por Davidov (1988).

A investigação revelou algumas particularidades importantes do ensino de Química. Por meio da análise histórica que fizemos do desenvolvimento da Química como ciência e da Química como conhecimento escolar, bem como pela revisão bibliográfica que realizamos sobre a produção de conhecimento do ensino de Química na Região Centro-Oeste, podemos afirmar que a concepção de ensino tradicional é a que vigora nas escolas, sendo o estudante considerado um sujeito passivo em relação ao processo de aprendizagem, o que pudemos constatar também na realização do experimento didático-formativo.

Durante a realização do experimento didático-formativo observamos que menos da metade dos estudantes sentia-se à vontade para participar efetivamente das tarefas, ações e operações propostas, atitude que pareceu se desenvolver no decorrer do experimento. No entanto, mesmo que nem todos os estudantes tenham participado efetivamente de todos os momentos, muitas vezes evidenciou-se a satisfação, o prazer e a alegria de realizar as atividades propostas. Podemos afirmar que as tarefas e ações propostas desencadearam novas necessidades e novos motivos para o estudo e isso pode ser apontado como uma das contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino escolar.

Outra contribuição que podemos destacar é a abordagem dos conceitos pelo lógico e pelo histórico. Quando apresentamos a origem histórica da Química e de seus conceitos por meio de dois vídeos e proporcionamos o debate sobre essa história, também ficou evidente o quanto é importante que o estudante compreenda a ciência como produção humana e não como algo pronto, acabado, misterioso.

Outra contribuição importante da teoria do ensino desenvolvimental está no esclarecimento sobre o papel das interações sociais na aprendizagem. Durante o experimento didático-formativo foi perceptível o quanto as interações dos estudantes entre si no momento em que estavam realizando as ações e operações contribuíram para uma melhor compreensão dos conceitos.

Destaca-se também a importância do professor na organização e condução do ensino, agindo ativa e intencionalmente na formação dos conceitos dos estudantes. Na teoria do ensino desenvolvimental, a direção dada pelo professor no processo de desenvolvimento mental do aluno não é a resposta pronta, mas no sentido de provocar processos reflexivos que possam reorientar as ações individuais como coletivas, ficando evidente que a mediação pedagógica é fundamental para a internalização dos conceitos e formação do pensamento teórico.

Os resultados do experimento didático-formativo ficaram um pouco comprometidos em razão da dificuldade que tivemos para a realização da tarefa geral proposta, a realização do documentário sobre um material e seus componentes. Não pudemos acompanhar o processo de realização da tarefa e ao assistirmos às produções dos alunos, pudemos perceber que tiveram dificuldades para realizá-la. No entanto, podemos afirmar que o processo de realização do experimento didático-formativo, do primeiro ao oitavo encontro, permitiu que captássemos e analisássemos o desenvolvimento do pensamento dos estudantes na realização das ações de estudo.

No ensino desenvolvimental não é a resposta correta a uma determinada tarefa que indica o desenvolvimento, mas a forma como o estudante realiza as ações e que indica a trajetória do pensamento durante a realização das ações e operações. Portanto, mesmo que a tarefa geral não tenha sido concluída por todos com sucesso, não significa que não houve desenvolvimento do pensamento teórico dos alunos.

Ademais, esse desenvolvimento ficou bem evidente na realização das ações 2, 3 e 4 do plano de ensino experimental. Nessas ações, principalmente nas ações 2 e 3, em que os alunos deveriam elaborar um modelo simbólico e uma representação gráfica conceitual das ideias sobre os conteúdos materiais e substâncias, percebemos que houve êxito no desenvolvimento dessas atividades realizadas pelos alunos. O que demonstra a compreensão do núcleo conceitual “materiais e substâncias” e, conseqüentemente, o desenvolvimento pensamento teórico. Nestas ações 2 e 3 mesmo os estudantes demonstrando pouca familiaridade com os tipos de representação exigidos pelas ações, os mesmos conseguiram organizar o pensamento teórico, fornecendo resultados significativos para as atividades.

O domínio da linguagem química sobre os conceitos de materiais e substâncias só aumentaram a partir do momento que os estudantes tiveram acesso ao conhecimento científico, decorrentes da organização da formação do pensamento teórico, e isto só foi possível no decorrer das seis ações do experimento didático. Quando pedimos para os estudantes escolherem um material da escola para a realização da tarefa principal visando a formação dos conceitos sobre materiais e substâncias, evidenciou a mobilização dos estudantes a realizar a tarefa. Esse resultado significativo na formação do pensamento teórico, em nossa opinião foi possível também pela vinculação da resolução das situações- problemas que aparecem diretamente relacionadas com a experiência vivenciada pelos estudantes. Este fato pode ser explicado pela convivência dos estudantes com os materiais presentes na escola, caracterizando o impulsionamento do desenvolvimento psíquico a partir do conhecimento espontâneo empírico até se chegar ao conhecimento científico apresentado no decorrer do experimento didático formativo.

Sforni (2004) fundamentada nos pressupostos de Davidov (1988) compreende que a mobilização dos estudantes no sentido da compreensão dos conceitos científicos só se concretiza, quando o conceito deixa de ser uma representação inerte dos fenômenos e objetos e passa a fazer parte da atividade mental sobre o mundo objetivo.

O desenvolvimento do pensamento teórico também ficou evidente quando propusemos uma tarefa em que os alunos deveriam usar e aplicar os conceitos de materiais e substâncias em situações particulares, o que impulsiona o trânsito do pensamento do universal para o particular e vice-versa.

No ensino desenvolvimental, a compreensão dos conceitos científicos se concretiza quando o conceito deixa de ser uma representação inerte dos fenômenos e objetos e passa a fazer parte da atividade mental sobre o mundo objetivo, o que indica uma tomada de consciência sobre o mundo pelos portões dos conceitos científicos, conforme Vigotski (2001). Assim, acreditamos que nossa pesquisa conseguiu apresentar de forma clara e cientificamente fundamentada as importantes contribuições que a teoria do ensino desenvolvimental pode trazer para o ensino de Química.

Não podemos deixar de mencionar o desenvolvimento do pensamento teórico da própria pesquisadora durante a realização da investigação. A pesquisa nos propiciou o acesso a conceitos sobre o ensino, a aprendizagem e o desenvolvimento da compreensão sobre o ensino escolar, o que certamente levará ao aprimoramento da capacidade de ensinar.

O resultado concreto do experimento se deu, portanto, no decorrer do processo das ações desenvolvidas segundo os pressupostos do ensino desenvolvimental, pelas interações

entre os grupos, interação da professora com os grupos e pela interação com a turma de maneira geral. Os alunos ao final do experimento desenvolveram a formação de um pensamento criativo que foi construído a partir do processo histórico sobre materiais e substâncias, o que denotou maior autonomia dos alunos perante a utilização desses conhecimentos em situações problemas que os mesmos não possuíam no início do experimento. Logo, finalizamos este trabalho com a certeza de que há importantes e significativas contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química. Esperamos ter evidenciado algumas delas e que nossa pesquisa contribua para o desenvolvimento do pensamento teórico de professores e alunos do Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

ANJOS, Ricardo Eleutério dos; DUARTE, Newton. Comunicação íntima pessoal, atividade de estudo e formação de conceitos. In: MARTINS, Lígia Márcia; ABRANTES, Angelo Antonio; FACCI, Marilda Gonçalves Dias (Orgs). *Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico: do nascimento à velhice*. Campinas, SP: Autores Associados, 2016.p.195 a 219.

AQUINO, O. F. *Concepção didática da tarefa de estudo: dois modelos de aplicação*. Trabalho apresentado na 37ª Reunião Anual da Associação de Pesquisa e Pós-Graduação em Educação. Florianópolis-SC, 04 a 08 de outubro de 2015. Disponível em www.anped.org.br/sites/default/files/trabalho-gt04-3570.pdf

_____. O experimento didático-formativo: contribuições para a pesquisa em didática desenvolvimental. In: *Didática e Prática de Ensino na relação com a formação de professores*. Livro 2. Fortaleza, EdUECE, 2014. Disponível em www.uece.br/endipe2014/ebooks/livro2.

ASBAHR, Flávia da Silva Ferreira. Idade escolar e atividade de estudo: educação, ensino e apropriação dos sistemas conceituais. In: MARTINS, Lígia Márcia; ABRANTES, Angelo Antonio; FACCI, Marilda Gonçalves Dias (Orgs). *Periodização histórico-cultural do desenvolvimento psíquico: do nascimento à velhice*. Campinas, SP: Autores Associados, 2016. p.171 a 192.

BEJARANO, Nelson Rui Ribas; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A educação química no Brasil: uma visão através das pesquisas e publicações da área. Ciudad de México, *Educación Química*, v. 11, n. 1, p. 160-167, 2000.

BOCK, Ana Mercês Bahia. A perspectiva sócio-histórica de Leontiev e a crítica a naturalização da formação do ser humano: A adolescência em questão. Campinas-SP, *Caderno Cedes*, v.24, nº62, p.26-43, Abril, 2004.

CARRARA, Kester (Org.). *Introdução à Psicologia da educação: seis abordagens*. São Paulo-SP: Avercamp, 2004.

CHAGAS, Aécio Pereira; AIROLDI, Claudio. Lavoisier, Hess e os primórdios da Termoquímica. São Paulo-SP, *Química Nova*. V.04, n.3, p.95-96, 1981.

CHASSOT, Attico Inacio. *Para que (m) é útil o ensino?* Canoas: ULBRA: 1995.

CHASSOT, Attico Inacio. Uma história da educação química brasileira: sobre seu início discutível apenas a partir dos conquistadores. Porto Alegre-RS, *Episteme*, V. 1, n. 2, p. 129-146, 1996.

CHASSOT, Attico. *Alfabetização científica: questões e desafios para a educação*. Ijuí: Unijuí, 1ª ed. 2000.

CLÍMACO, Adelia A.S. *Repensando as concepções de adolescência*. 1991. Tese (doutorado). Pontifícia Católica de São Paulo, São Paulo.

CORREIA, Vera. Ressignificar a profissão docente do professor trabalhador na sociedade capitalista: Questões para debate. In: VEIGA, Ilma Passos Alencastro; D'AVILA, Cristina Maria (Orgs). *Profissão Docente: Novos sentidos, novas perspectivas*. Campinas- SP: Papirus, 2008.

CORSO, Angela Maria; SOARES, Solange Toldo. *O Ensino médio no Brasil: Dos desafios históricos às novas diretrizes curriculares nacionais*. In: X ANPED-SUL. Florianópolis-SC. Outubro, 2014.

COSTA, Palmira Fontes da. *Manifesto para uma nova Química: O Discurso Preliminar do Traité Elementaire de Chimie de Antoine Laurent Lavoisier*. Lisboa: Palavrão, 2011.

DAVYDOV, Vassíli Vassilievitch. *Tipos de generalización en la enseñanza*. Havana-Cuba: Pueblo y Educación, 1982.

DAVÍDOV, Vassíli Vassilievitch. Análisis de los principios didácticos de la escuela tradicional y posibles principios de enseñanza en el futuro próximo. In: SHUARE, M.. *La psicología Evolutiva y pedagógica em la URSS*. Antologia, Moscú: Editorial Progreso, 1987. P. 143-155.

DAVÍDOV, Vassíli Vassilievitch. *Problemas do Ensino Desenvolvimental – a experiência da pesquisa teórica e experimental na psicologia*. Texto traduzido do espanhol por José Carlos Libâneo e Raquel A. M. da Madeira Freitas, para uso didático, na disciplina: *Didática na perspectiva histórico-cultural*, no PPGE da Universidade Católica de Goiás. Moscú: Editorial Progreso, 1988.

DAVYDOV, V. V.; SLOBÓDCHIKOV, V. I.; TSUKERMAN, G. A. *O aluno das séries iniciais do ensino fundamental como sujeito da atividade de estudo*. Journal of Russian and East European Psychology, v. 41, n. 4, jul./aug. 2003, 12 páginas. Tradução para o português realizada pelo Grupo de Pesquisa Implicações Pedagógicas da Teoria Histórico-Cultural da UNESP/Marília.

DELARI JUNIOR, Achilles. *Vigotski: consciência, linguagem e subjetividade*. Campinas-SP: Alínea, 2013.

DELIZOICOV, Demétrio. Pesquisa em ensino de ciências como ciências humanas aplicadas. Florianópolis-SC, *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 21, n. 2, p. 145-175, 2004.

DENTZ, Volmir Von; TRUCCOLO, Flavia. Mapeamento de pesquisas (teses e dissertações) sobre o ensino de Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia) nos níveis fundamental e médio. Florianópolis-SC, *RTC*, v. 2, n. 1, p. 90-99, 2010.

DUARTE, N.; MARTINS, L. M. As contribuições de Aleksei Nikolaevich Leontiev para o entendimento da relação entre educação e cultura em tempos de relativismo pós-moderno. In: FERRO, O. M. R.; LOPES, Z. A. L. (Org.). *Educação e cultura: lições históricas do universo pantaneiro*. Campo Grande: Editora da UFMS, 2013. p. 49-74.

ENGELS, Friedrich, “O Papel do trabalho na transformação do macaco em homem”. In: ENGELS, F. *O papel do trabalho na transformação do macaco em homem*. São Paulo, Global Editora, 1986. p. 11-37.

FACCI, Marilda Gonçalves Dias. A periodização do desenvolvimento psicológico individual na perspectiva de Leontiev, Elkonin e Vigotski. Campinas-SP, *Cadernos CEDES*, vol. 24, n. 62, p. 64-81, abr./2004. Disponível em www.cedes.unicamp.br.

FARIAS, Robson Fernandes de. *Para gostar de ler a História da Química*. Campinas- SP: Editora Átomo, 2003, 98p.

FARIAS, Robson Fernandes de. *Para gostar de ler a História da Química II*. Campinas-SP: Editora Átomo, 2003, 100p.

FERREIRA, Maria Salomilde. *Buscando caminhos: uma metodologia para o ensino-aprendizagem de conceitos*. Brasília-DF: Liberlivro, 2009.

FILGUEIRAS, Carlos Alberto Lombardi. Origens da Ciência no Brasil. São Paulo-SP, *Química Nova*, V.11, n.02, p.210-214, 1988.

FRANCISCO, Cristiane Andreatta; ALEXANDRINO, Daniela Marques; QUEIROZ, Salete Linhares. Análise de dissertações e teses sobre o ensino de química no Brasil: produção científica de Programas de Pós-Graduação em destaque. Porto Alegre-RS, *Investigações em Ensino de Ciências*, v.20(3), 21-60, 2015.

FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira; LIMONTA, Sandra Valéria. A educação científica da criança: contribuições da teoria do ensino desenvolvimental. *Linhas Críticas*. Brasília, v.18, n.35, p. 69-86, jan-abr. de 2012.

FREITAS, Raquel Aparecida Marra Madeira; ROSA, Sandra Valéria Limonta. Ensino desenvolvimental: contribuições à superação do dilema da didática. Porto Alegre-RS, *Educação & Realidade*, v. 40, n. 2, p. 613-627, abr./jun. 2015.

HOBBSAWN, Eric. *A era dos extremos: o breve século XX.1941-1991*. São Paulo-SP: Companhia das Letras, 1995.

LEAL, Zaira Fátima de Rezende Gonzalez. *Educação escolar e constituição da consciência: um estudo com adolescentes a partir da psicologia histórico-cultural*. 2010. 371 f. Tese (Doutorado em Psicologia Escolar e do Desenvolvimento Humano) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

LIBÂNEO, José Carlos. *Experimento didático como procedimento de investigação em sala de aula*. Texto de uso didático produzido pelo autor para a disciplina “Didática e Ensino Desenvolvimental”, do Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia-GO, 2013.

LIBÂNEO, José Carlos; FREITAS, Raquel Aparecida Marra da Madeira. Vasily Vasielyevich Davydov: a escola e a formação do pensamento teórico-científico. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (Orgs). *Ensino Desenvolvimental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos*. Uberlândia-MG: EDUFU, 2015. p. 327 a 362.

LIBÂNEO, José Carlos. A teoria do ensino para o desenvolvimento humano e o planejamento de ensino. Goiânia-GO, *Educativa*, v. 19, n. 2, p. 353-387, maio/ago. 2016.

LIMA, José Ossian Gadelha de. Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do Ensino de Química no Brasil. Maringá-PR, *Revista Espaço Acadêmico*, v.140, p. 71-79, 2013.

LIMONTA, Sandra Valéria. *Ensino de Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental*: apontamentos para uma didática fundamentada na psicologia histórico-cultural. Trabalho apresentado na 35ª Reunião Anual da ANPED, Porto de Galinhas-PE, 21 a 24 de outubro de 2012.

Disponível em: 35reuniao.anped.or.br/images/stories/trabalhos/GT04%20Trabalhos/GT04-1303_int.pdf.

LIMONTA, Sandra Valéria; SILVA, Kátia Augusta Curado Pinheiro Cordeiro da. Formação de professores, trabalho docente e qualidade do ensino. In: LIBÂNEO, José Carlos; SUANNO, Marilza Vanessa Rosa; LIMONTA, Sandra Valéria. *Qualidade da escola pública*: políticas educacionais, didática e formação de professores. Goiânia-GO: CEPED: América, 2013. (p. 173-188).

LONGAREZI, Andréa Maturano; FRANCO, Patrícia Lopes Jorge. A.N. Leontiev: a vida e a obra do psicólogo da atividade. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (Orgs). *Ensino Desenvolvemental*: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos. Uberlândia: EDUFU, 2015. p. 79 a 122.

MALDANER, Otavio Aloisio, et al. Currículo contextualizado na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias: a Situação de Estudo. In: ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otavio Aloisio (Orgs). *Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil*. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.p. 109-138.

MARTINS, Lígia Márcia. *O papel da Educação escolar na formação de conceitos*. Palestra no Congresso Infância e Pedagogia Histórico-Crítica. UFES, Vitória-ES, 2012. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=iHUdu3jBqT4&t=327s>. Acesso em: 10 de janeiro de 2017.

MEGID, Jorge Neto. *Tendências da pesquisa acadêmica sobre o ensino de Ciências no Nível Fundamental*. 1999. 342p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 1999.

MOEHLECKE, Sabrina. O Ensino médio e as novas diretrizes curriculares. Rio de Janeiro-RJ, *Revista Brasileira de Educação*, v.17, n. 49, Jan-Abr. 2012.

OLIVEIRA, Luiz Henrique Milagres de Oliveira; CARVALHO, Regina Simplício. Um olhar sobre a história da Química no Brasil. Viçosa-MG, *Revista Ponto de Vista*, v.3, p.27 a 37. 2006.

PORTO, Paulo Alves. *História e Filosofia da Ciência no Ensino de Química*: em busca dos objetivos educacionais da atualidade. In: SANTOS, Wildson Luiz P. dos; MALDANER, Otavio Aloisio (Orgs). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p.159 a 180.

PRESTES, Zoia; TUNES, Elizabeth; NASCIMENTO, Ruben. Lev Semionovitch Vigotski: Um estudo da vida e da obra do criador da Psicologia-cultural. In: LONGAREZI, Andréa Maturano; PUENTES, Roberto Valdés (Orgs). *Ensino Desenvolvemental: vida, pensamento e obra dos principais representantes russos*. Uberlândia: EDUFU, 2015. p. 57 a 77.

REIS, Maurício Cortez; RAMOS, Lauro. Escolaridade dos pais, Desempenho no mercado de trabalho e Desigualdade de rendimentos. Rio de Janeiro-RJ, *RBE*, v.65, n.2, p.177-205, abr./jun. 2011.

ROSA, Sandra Valéria Limonta; SYLVIO, Mara Cristina de. Teoria Histórico-Cultural e teoria do ensino desenvolvimental: bases para uma epistemologia psicológico-didática do ensino. Goiânia-GO, *Educativa*. PUC-GO. v.19.n.2, p.419-448, maio/ago.2016.

ROSSI, Adriana Vitorino; FERREIRA, Luiz Henrique. A expansão de espaços para formação de professores de Química. Atividades, pesquisa e extensão a partir da licenciatura em Química. In: ROSA, Maria Inês Petrucci; ROSSI, Adriana Vitorino (Orgs). *Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas: Átomo, 2008. p.127 a 132.

ROSSI, Adriana Vitorino; MASSAROTTO, Alexandra Maria; GARCIA, Fabiana Burgos T.; MARCO, Inara Lilian Gabrielde; CURRALERO, Isabel Cristina; TERRA, Juliana; CORREA, Silvana Zanini. *Reflexões sobre o que se ensina e o que se aprende sobre densidade a partir da escolarização*. Trabalho apresentado no 14º Encontro Nacional de Ensino de Química-ENEQ, Curitiba-PR, 21 a 24 de julho de 2008. Disponível em: <http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0034-2.pdf>.

SANTOS, Luiz Pereira dos; MÓL, Gerson de Souza. (Coord). *Química cidadã*. São Paulo-SP, AJS, 2013.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. *Educação em química: compromisso com a cidadania*. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.

SCHEFFER, Elizabeth Weinhardt O. *Química: ciência e disciplina curricular, uma abordagem histórica*. 1997. 157f. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Paraná-PR, Curitiba, 1997.

SCHNETZLER, Roseli Pacheco. Apontamentos sobre a História do Ensino de Química no Brasil. In: SANTOS, Wildson Luiz P. dos; MALDANER, Otavio Aloisio (Orgs). *Ensino de Química em Foco*. Ijuí: Unijuí, 2010. p.52 a 75.

SCHROEDER, Edson. *A teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino: a construção dos conceitos científicos em aulas de Ciências no estudo de sexualidade humana*. 2008. 388f. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

SFORNI, Marta Sueli de Faria. *Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da teoria da atividade*. Araraquara- SP: Junqueira e Marin, 2004.

SILVA, Denise Domingos; NEVES, Luiz Seixas das; FARIAS, Robson Fernandes de. *História da Química no Brasil*. 2 ed. Campinas-SP: Átomo, 2006.

SOUZA, Lucas Araújo de. *Uma breve introdução à história do ensino da Química em nosso país*. 2015. 29f. Monografia de graduação-Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ.

TAVARES, Leandro Henrique Wesolowski. Possibilidades de deformação conceitual nos livros didáticos de Química brasileiros: o conceito de substância. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. v. 8, n. 3. p.1004-1018, 2009.

TULESKI, Silvana Calvo. *Vygotski: a construção de uma psicologia marxista*. Maringá: Eduem, 2008.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. *A Construção do Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, Lev. Semenovitch. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: _____; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo: Ícone, 1988 (p. 103-117).

_____. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. In: VYGOTSKI, Lev Semenovitch; LURIA, Alexander R. e LEONTIEV, Aleksei N. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. 11 ed. São Paulo: Ícone, 2010.

_____. *Obras escogidas*. Historia del desarrollo de las funciones psíquicas superiores. Madrid: Visor; MEC, v.3, p.11-340.1995.

ZANON, Lenir Basso. Tendências curriculares no ensino de Ciências/Química. Um olhar para a contextualização e a interdisciplinaridade como princípios da formação escolar. In: ROSA, Maria Inês Petrucci; ROSSI, Adriana Vitorino (Orgs). *Educação Química no Brasil: memórias, políticas e tendências*. Campinas: Átomo, 2008. p.235 a 261.

APÊNDICES

APÊNDICE A- PLANO DE ENSINO DESENVOLVIMENTAL

A FORMAÇÃO DO PENSAMENTO TEÓRICO NA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE QUÍMICA

Pesquisadora: Andréia Andreóli Silvestre

Local da pesquisa: Escola Estadual André Luiz da Silva Reis

Turma: 1º ano Ensino Médio

Disciplina: Química

Tarefa de estudo:

Planejar e realizar, em grupo, um minidocumentário de 5 minutos explicando quais as substâncias que constituem um determinado material utilizado na escola. Os grupos escolherão um material e deverão explicar as substâncias que o constituem, suas propriedades e a classificação destas substâncias.

Objetivo Geral: Promover o desenvolvimento do pensamento teórico dos estudantes por meio da internalização do conceito científico de materiais e substâncias.

Objetivo Específicos:

- 1-Reconhecer a diferença entre material, substâncias e misturas;
- 2-Aprender as propriedades específicas das substâncias;
- 3- Aprender a classificar as substâncias (simples ou compostas).

Conteúdos:

- 1) Materiais e Substâncias;
- 2) Propriedades das substâncias (organolépticas, químicas e físicas);
- 3) Substâncias simples, substâncias compostas e misturas.

Núcleo conceitual: Materiais e substâncias.

AÇÃO 1: Transformar os dados da tarefa buscando a identificação da relação universal do objeto de conhecimento.

Operação 1: Debate sobre os vídeos “O alfabeto da matéria” e “A origem dos alquimistas” e responder por escrito, em grupo, aos seguintes questionamentos: a) Do que a matéria é feita, qual é a matéria prima do mundo? b) Qual foi a ideia inicial para explicar do que a matéria era feita? c) O que os alquimistas fizeram que ajudaram a entender melhor os mistérios da matéria? d) Qual o nome do cientista que contribuiu para a explicação e organização do que a matéria é feita? e) Citem dois materiais, duas substâncias e dois elementos químicos que aparecem nos vídeos. **Objetivo:** Identificar a relação universal dos conceitos de material e substância por meio da abordagem lógica e histórica dos conceitos.

Operação 2: Diversos materiais são expostos para os estudantes (brincos de cores diferentes, um copo com água, um copo com álcool; um pouco de sal e um pouco de açúcar refinado), estes deverão identificar e anotar as semelhanças e diferenças entre os materiais usando os sentidos humanos: observação, tato, olfato, paladar. Em seguida, com base em suas anotações, os grupos responderão por escrito os seguintes questionamentos: a) Será que sempre podemos utilizar esta propriedade organoléptica percebida pelos sentidos humanos para diferenciar os materiais? Por quê? b) Como podemos usar as propriedades organolépticas para separar os componentes do lixo? **Objetivo:** Compreensão do conceito de propriedade organoléptica, fundamental para identificar a relação universal dos conceitos de materiais e substâncias.

Operação 3: Um comprimido efervescente e brincos de metal de cores diferentes são colocados num copo com água, para que os alunos observassem e anotassem o que aconteceu. A pesquisadora ajuda os estudantes a comparar os materiais e a levantar hipóteses sobre a diferença entre a efervescência do comprimido e a mudança de tonalidade dos brincos de metal. **Objetivo:** Compreensão da existência de diferentes propriedades químicas nos materiais, fundamental para identificar a relação universal dos conceitos de materiais e substâncias.

Operação 4: Cada grupo deverá medir e anotar a temperatura de ebulição de um destes elementos: água, água com açúcar e álcool. Em seguida, os dados serão comparados (tempo, temperatura) e a pesquisadora incentivará os alunos a levantar hipóteses sobre a mudança na cor e na temperatura das substâncias. **Objetivo:** Compreender que diferentes substâncias possuem características específicas e que estas podem variar.

Operação 5: A pesquisadora coloca um ovo dentro de um copo com água e pede que os estudantes observem o que acontece. Em seguida, retira o ovo, acrescenta sal na água e recoloca o ovo no copo, sempre incentivando os estudantes a observarem atentamente o que acontecerá. **Objetivo:** Compreender que as substâncias possuem uma característica universal, a densidade.

Operação 6: A professora entrega duas caixas fechadas aos três grupos, sem os alunos saberem o que há dentro das caixas. Dentro das caixas há outras caixas de tamanhos diferentes e às vezes com cores diferentes e dentro destas poderá ter outras caixas novamente. **Objetivo:** Compreender os conceitos de substâncias simples e substâncias compostas, misturas de substâncias e de elemento químico.

Após receber as caixas, os grupos deverão tentar descobrir qual o material de que são feitas. Cada caixa dentro do material representa uma substância química e um elemento químico, conforme lista fixada no quadro com as representações da caixa e da cor relacionadas a elementos químicos. A operação pretende levar os alunos a perceberem como as substâncias são representadas e classificadas: substâncias simples, substâncias compostas e elementos químicos. Os estudantes poderão pesquisar em livros e na internet sobre as substâncias que encontraram nas caixas.

AÇÃO 2: Modelar as relações encontradas do conteúdo em forma objetivada.

Operações: Elaboração de um modelo. **Objetivo:** Elaborar um modelo que represente a ideia de material, substâncias, substâncias simples e substâncias compostas. Os alunos deverão criar um modelo para representar a ideia de material e substâncias, orientados pela pesquisadora e utilizado como símbolos bolinhas, quadrados, triângulos, pontos, cruz e cores alternadas deverão fazer modelos de substâncias simples, substâncias compostas e misturas de substâncias.

AÇÃO 3: Transformação do modelo para estudar as propriedades intrínsecas do conteúdo

Operações: Os alunos deverão elaborar, nos grupos, uma representação gráfica conceitual, com todas as características dos materiais e substâncias, tipos de substâncias e elementos químicos trabalhados nos encontros anteriores. Em seguida, listar e descrever as características dos conceitos sobre materiais e substâncias. Poderão consultar o livro didático, as anotações e as atividades escritas já realizadas. Esta operação objetiva levar os estudantes à identificação das propriedades intrínsecas do conceito, de forma que consigam realizar o movimento do pensamento que vai do conceito geral para suas particularidades e vice-versa. Cada aluno deverá elaborar sua lista individualmente, mas poderão trocar informações entre os membros de seu grupo.

AÇÃO 4: Proposição de uma tarefa particular, sob a forma de problemas específicos, para verificar se os estudantes conseguem usar e aplicar o conceito geral na resolução do problema. O objetivo é verificar se os alunos conseguem resolver problemas específicos relacionados ao núcleo conceitual materiais e substâncias.

Operações:

Problema 1: Classifique as substâncias em simples ou compostas e explique porque se trata de uma substância simples ou de uma substância composta: Fe; CH₄; H₂SO₄; O₃.

Problema 2 (retirado de uma prova do Enem). Produtos de limpeza indevidamente guardados ou manipulados estão entre as principais causas de acidentes domésticos. Leia o relato de uma pessoa que perdeu o olfato por ter misturado água sanitária, amoníaco e sabão em pó para limpar um banheiro. “A mistura ferveu e começou a sair uma fumaça asfixiante, não conseguia respirar e meus olhos, nariz e garganta começaram a arder de maneira insuportável. Saí correndo à procura de uma janela aberta para poder voltar a respirar”. Escolha uma das alternativas abaixo, indicando qual a linguagem científica mais adequada para o relato dessa pessoa e expliquem porque escolheram essa alternativa.

- a) As substâncias químicas presentes nos produtos de limpeza evaporaram.
- b) Com a mistura química, houve produção de uma solução aquosa asfixiante.
- c) As substâncias sofreram transformações pelo contato com o oxigênio do ar.
- d) Com a mistura, houve transformação que produziu rapidamente gases tóxicos.
- e) Com a mistura, houve transformação química, evidenciada pela dissolução de um sólido.

AÇÃO 5: Controle e avaliação da aprendizagem e relação com as ações anteriores.

Operação: Os alunos deverão planejar o roteiro do documentário a respeito dos materiais que existem na escola e suas substâncias. O objetivo é levá-los a realizar uma síntese dos conceitos aprendidos durante o experimento didático-formativo, bem como levá-los a autoavaliação, verificando, no processo de resolução da tarefa, se internalizaram os conceitos estudados.

Orientações dadas aos alunos para o planejamento do documentário:

- O documentário deve ter no máximo 5 minutos.
- Como será gravado o documentário?
- Qual o material escolhido e por quê?
- Quem vai narrar, quem vai filmar?
- Que materiais serão necessários para que o grupo realize o documentário?

AÇÃO 6: Avaliação da aquisição do modelo geral (do núcleo conceitual) enquanto resultado da aprendizagem.

Operação: Realização e apresentação do documentário. O objetivo é avaliar, junto com os estudantes, o processo de aprendizagem do conceito científico de materiais e substâncias. Cada grupo irá realizar seu documentário e em seguida, haverá a apresentação do que foi produzido pelos três grupos, buscando verificar as dificuldades, se há equívocos conceituais nos documentários e como avaliam a vivência que tiveram nesses oito encontros.

APÊNDICE B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

O(a) seu(sua) filho(a) ou menor por quem você é responsável, que estuda na Escola Estadual André Luiz da Silva Reis, está sendo convidado a participar de uma pesquisa de projeto de mestrado denominado “FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL”. O objetivo principal é identificar e analisar as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química no Ensino Médio. A pesquisa a ser realizada apresenta como principal benefício, contribuições e informações importantes para o planejamento de aulas na formação de conceitos científicos no ensino de Química. O professor será o mediador de seis seções a serem realizadas em sala de aula, estimulando os alunos a transformarem o modo de agir e pensar sobre a formação de determinado conceito científico no ensino de Química na perspectiva da teoria Histórico-cultural e do ensino desenvolvimental.

Será realizado um experimento didático-formativo em sala de aula que consiste em atividades de ensino fundamentadas na teoria do ensino desenvolvimental a partir das seis ações de estudos descritas por Davidov (1988): 1) transformação dos dados da tarefa de aprendizagem; 2) modelação da relação encontrada em forma objetivada; 3) transformação do modelo com vista a estudar as propriedades intrínsecas a estas relações; 4) construção de um sistema de problema específico; 5) Controle da realização das ações anteriores; 6) Avaliação da aquisição do modelo geral enquanto resultado da resolução de um problema de aprendizagem.

As ações são organizadas de acordo com o plano de aula do professor(a) de Química da escola, sob a forma de tarefas para que os estudantes possam resolver, sendo o resultado deste processo acompanhado pelo registro do professor/pesquisador. Para facilitar a análise do resultado da experimentação didática, as aulas são filmadas pelo pesquisador, serão cinco sessões de 50 minutos a uma hora cada. Os riscos desta pesquisa são mínimos, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, ler, e o principal deles é o constrangimento do aluno(a) em não saber responder alguma pergunta. Caso ele(a) não queira mais participar da pesquisa em decorrência deste fato, ele(a) não será penalizado de forma alguma.

A privacidade da pessoa pesquisada será respeitada, ou seja, o nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, identificar o(a) estudante, será mantido em sigilo, e só será divulgado caso haja autorização por escrito da sua parte, como responsável.

O(a) aluno(a) pode se recusar a participar do estudo, ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, por desejar sair da pesquisa, e nem você, nem o(a) aluno(a) sofrerão qualquer prejuízo à assistência que vem recebendo.

O pesquisador envolvido com o referido projeto é a Técnica e professora de Química, Andréia Andreóli Silvestre, servidora do IFMT, o qual está fazendo Mestrado na área de Educação no Minter UFG/IFMT e com ela poderá manter contato pelo telefones (065) 999002247, inclusive por ligação a cobrar, ou pelo e-mail andreia.silvestre@blv.ifmt.edu.br.

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como lhe é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da participação do(a) menor sob sua responsabilidade. Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do referido estudo, de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, pela participação do(a) estudante sob minha responsabilidade.

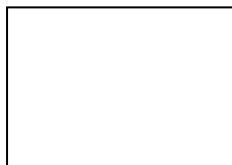
No entanto, fica assegurado o direito a ressarcimento ou indenização no caso de quaisquer danos eventualmente produzidos pela pesquisa. O material relativo a esta pesquisa ficará guardado pelo pesquisador responsável por um período mínimo de cinco anos e depois deste período será destruído.

Em caso de reclamação ou qualquer tipo de denúncia sobre este estudo pode ligar para o CEP /IFMT no telefone (065) 3616-4112 ou mandar um e-mail para cep@ifmt.edu.br.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o menor pelo qual sou responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Assim, declaro que concordo que o(a) menor _____, portador(a) do documento de identidade _____ a participar desse estudo caso ele queira e manifeste o seu interesse e concordância. Recebi uma cópia deste termo de consentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas pelo pesquisador responsável.

Cuiabá/MT, ____ de _____ de 20____.

Assinatura do(a) participante



Assinatura de um dos pais ou tutores

Nome e RG:

Ou Impressão Digital
dos pais ou tutores

Assinatura do(a) pesquisador(a)

APÊNDICE C-TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa N.CAAE.._____, com o título “FORMAÇÃO DE CONCEITOS EM ENSINO DE QUÍMICA A PARTIR DA TEORIA DO ENSINO DESENVOLVIMENTAL”. O objetivo principal é identificar e analisar as contribuições da teoria do ensino desenvolvimental para o ensino de Química no Ensino Médio. A pesquisa a ser realizada apresenta como principal benefício, contribuições e informações importantes para o planejamento de aulas na formação de conceitos científicos no ensino de Química. O professor será o mediador das seis seções a serem realizadas em sala de aula, estimulando os alunos a transformarem o modo de agir e pensar sobre a formação de determinado conceito científico no ensino de Química na perspectiva da teoria Histórico-cultural e do ensino desenvolvimental. Será realizado um experimento didático-formativo em sala de aula que consiste em atividades de ensino fundamentadas na teoria do ensino desenvolvimental a partir das seis ações de estudos descritas por Davidov (1988): 1) transformação dos dados da tarefa de aprendizagem; 2) modelação da relação encontrada em forma objetivada; 3) transformação do modelo com vista a estudar as propriedades intrínsecas a estas relações; 4) construção de um sistema de problema específico; 5) controle da realização das ações anteriores; 6) avaliação da aquisição do modelo geral enquanto resultado da resolução de um problema de aprendizagem. As ações são organizadas de acordo com o plano de aula do professor(a) de Química da escola, sob a forma de tarefas para que os estudantes possam resolver, sendo o resultado deste processo acompanhado pelo registro do professor/pesquisador. Para facilitar a análise do resultado da experimentação didática, as aulas são filmadas pelo pesquisador, serão cinco sessões de 50 minutos a uma hora cada. Os riscos desta pesquisa são mínimos, isto é, o mesmo risco existente em atividades rotineiras como conversar, ler, e o principal deles é o constrangimento do aluno(a) em não saber responder alguma pergunta. Caso você não queira mais participar da pesquisa em decorrência deste fato, não será penalizado (a) de forma alguma. A sua privacidade será respeitada, ou seja, o nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, identificar o(a) estudante, será mantido em sigilo, e só será divulgado caso haja autorização por escrito da sua parte, como responsável. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____, fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Cuiabá/MT, ____ de _____ de 20____ .

Assinatura do(a) participante

Assinatura do pesquisador

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar: CEP/IFMT – COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DO IFMT / PRÓ-REITORIA DE PESQUISA – REITORIA DO IFMT. Endereço: Av. Senador Filinto Muller, 963, Duque de Caxias, Cuiabá-MT CEP: 78.043–400, Fone: (065) 3616-4112, e-mail: cep@ifmt.edu.br. PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Profª Andréia Andreóli Silvestre. Fone: (065) 999002247, também podem ser feitas ligações para a pesquisadora responsável. e-mail: andreia.silvestre@blv.ifmt.edu.br.

