



PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

ISNEY RODRIGUES DE SOUSA JÚNIOR

**Reflexões sobre o Ensino de Termoquímica no Ensino Médio a
partir da análise de artigos da Química Nova na Escola**

Anápolis

2020

ISNEY RODRIGUES DE SOUSA JÚNIOR

Reflexões sobre o Ensino de Termoquímica no Ensino Médio a partir da análise de artigos da Química Nova na Escola

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Nível Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, da Universidade Estadual de Goiás, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof. Dra. Sabrina do Couto de Miranda

Coorientadora: Prof. Dra. Lorena Silva Oliveira Costa

Anápolis – Go

2020

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

SSO725 Sousa Júnior, Isney Rodrigues de
r Reflexões sobre o Ensino de Termoquímica no Ensino Médio a partir da
análise de artigos da Química Nova na Escola / Isney Rodrigues de Sousa
Júnior; orientador Sabrina do Couto Miranda; co-orientador Lorena Silva
Oliveira Costa. -- Anápolis, 2020.
167 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em
Ensino de Ciências) -- Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade
Estadual de Goiás, 2020.

1. Ensino de Termoquímica. 2. Alfabetização Científica. 3. Formação da
Cidadania. 4. Análise Textual Discursiva. I. Miranda, Sabrina do Couto,
orient. II. Costa, Lorena Silva Oliveira, co-orient. III. Título.

ISNEY RODRIGUES DE SOUSA JÚNIOR

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO DE TERMOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO A
PARTIR DA ANÁLISE DE ARTIGOS DA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado
Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás,
para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, aprovada em 26 de
novembro de 2020 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



Profa. Dra. Sabrina do Couto de Miranda
Presidente
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



Plauto Carvalho (Nov 26, 2020 13:35 GMT-2)

Prof. Dr. Plauto Simão de Carvalho
Membro Interno
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



Karla Ferreira Dias Cassiano (Nov 26, 2020 14:04 GMT-3)

Profa. Dra. Karla Ferreira Dias Cassiano
Membro Externo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás (Inhumas)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, minha família.

Agradecimentos

Poderia ficar por dias citando nomes e lembranças de situações específicas que me ajudaram a construir esse trabalho. Foram meses exaustivos de luta, persistência e vontade de continuar.

Agradeço com todo meu coração as boas energias cedidas pelo universo para que eu não desistisse e me mantivesse firme e seguindo.

Porém, primeiramente, agradeço à Deus por sempre estar ao meu lado e permitir que eu conseguisse alcançar uma das minhas muitas ambições.

Aos meus pais que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida.

Aos meus professores, desde o ensino primário, que confiaram a mim o dever de mostrar ao mundo toda a educação a qual fui instruído.

Aos meus amigos, que nunca me desampararam e sempre estiveram comigo nas horas mais difíceis.

Ao meu companheiro, Danilo, que me incentivou e esteve comigo nos momentos mais difíceis neste último ano.

Às garrafas de café e chá preto que me mantiveram acordados mesmo com todo cansaço nas costas.

Às minhas orientadoras (no plural), Sabrina e Lorena, que encararam este trabalho e estiveram comigo, me mostraram o verdadeiro sentido da orientação.

À minha madrinha e professora Danila Fernandes Mendonça, que sempre acreditou no meu potencial.

Ao casal vinte, Fran e Marçal, professores e amigos maravilhosos que me acompanharam nessa jornada.

E à “Dona Maria”, minha professora de matemática do ensino fundamental que, por vezes, “puxou minha orelha” para jamais desistir dos estudos.



Tristán e Isolda, Edmund Blair Leighton

Não há diálogo, porém, se não há um profundo amor ao mundo e aos homens. Não é possível a pronúncia do mundo, que é um ato de criação e recriação, se não há amor que a infunda. Sendo fundamento do diálogo, o amor é, também, diálogo. Daí que seja essencialmente tarefa de sujeitos e que não possa verificar-se na relação de dominação.

Pedagogia do Oprimido, Paulo Freire.

Cet émerveillement, ce réveil intellectuel, est la source d'une intuition nouvelle, toute rationnelle, toute polémique, qui s'anime dans la défaite de ce qui fut une certitude première, dans la douce amertume d'une illusion perdue.

Études, Gastón Bachelard

SUMÁRIO

RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	15
CAPÍTULO 1. O ENSINO DE CIÊNCIAS/QUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: EM FOCO ALGUMAS QUESTÕES	19
1.1 A educação e a formação humana: inter-relações no Ensino de Ciências	20
1.2 A Alfabetização Científica como caminho para a formação da cidadania.....	29
1.3 Educação Científica para a Cidadania.....	35
1.4 A alfabetização científica para todos na perspectiva da formação de cidadãos.....	39
1.5 Inclusão-excludente: pensando as dificuldades na aprendizagem da Química à luz da Alfabetização Científica para todos.....	49
1.6 Conceitos e definições fundamentais da Termoquímica	54
CAPÍTULO 2. ASPECTOS METODOLÓGICOS: EM FOCO A QUÍMICA NOVA NA ESCOLA E A ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA (ATD)	60
2.1 Descrevendo a Análise Textual Discursiva (ATD) 2.3.1 Conceitos e Definições	62
2.2 A Revista Química Nova na Escola e a Seleção de Artigos	65
2.3 A ATD e os artigos da Revista QNEsc	73
CAPÍTULO 3. DISCUTINDO RESULTADOS: O APROFUNDAMENTO DA COMPREENSÃO DO ENSINO DA TERMOQUÍMICA À LUZ DO PERIÓDICO QUÍMICA NOVA NA ESCOLA	77
3.1 Indiferenciação dos conceitos científicos e espontâneos	78
3.2 A natureza microscópica dos fenômenos e a dificuldade de abstração	91
3.3 Contextualização e experimentação como recurso didático-pedagógico	95
3.4 Reconhecendo alguns obstáculos epistemológicos e ontológicos	111
3.5 A mudança do perfil conceitual na perspectiva da construção do conhecimento científico	115
CAPÍTULO 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	121

CAPÍTULO 5. PRODUTO EDUCACIONAL: Guia Didático-Methodológico	124
REFERÊNCIAS	151
APÊNDICE A	159

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Argumentação em defesa da Alfabetização Científica

Quadro 2 - Dificuldades no processo de Ensino e Aprendizagem de Química

Quadro 3 - Artigos selecionados e analisados e os códigos indicativos utilizados na análise

Quadro 4 - Unidades de significados e os códigos correspondentes

Quadro 5 - Dimensões da mudança conceitual aplicadas à compreensão da Química

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de blocos: Mapa conceitual Análise Textual Discursiva (ATD)

Figura 2 - Mapa Conceitual – Conceitos base da Termoquímica

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

EQ – Ensino de Química

EC – Ensino de Ciências

QNEsc – Revista Química Nova na Escola

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

AC – Análise de Conteúdo

AD – Análise de Discurso

ATD – Análise Textual Discursiva

PIBID – Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência

ESP – Escola Sem Partido

RESUMO

A conjuntura atual da sociedade perpassa pela necessidade de se compreender o conhecimento científico sem desvalorizar o conhecimento cotidiano. Esta necessidade é percebida tanto nos discursos dos pesquisadores químicos quanto nos discursos anticientíficos que confrontam as ciências, a educação e, conseqüentemente, o desenvolvimento social, cultural, ambiental. Nesse contexto, tem-se como foco desta pesquisa o Ensino de Química por meio da Termoquímica. Como o Ensino da Termoquímica pode contribuir na Alfabetização Científica e na Formação da Cidadania? O objetivo da presente investigação é compreender como o Ensino de Termoquímica pode auxiliar os seres humanos no entendimento do mundo existencial com consciência social, cultural, ambiental, propondo melhorias e superando os problemas que lhes são apresentados. Neste contexto, discutiu-se aspectos da Alfabetização Científica e da Formação da Cidadania e a importância curricular que valorize as individualidades dos estudantes focalizando a educação para todos. Fundamentado metodologicamente na Análise Textual Discursiva analisou-se os artigos da Revista Química Nova na Escola que abordam a referida temática, a fim de identificar as principais abordagens didático-pedagógicas, indicações de problemas de aprendizagem, entre outros. Com a seleção de 20 artigos, realizou-se a unitarização e categorização dos mesmos. Foi percebido no processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos desta temática algumas dificuldades recorrentes, tais como, a indiferenciação de conceitos espontâneos e científicos, e a confusão entre explicações microscópicas e macroscópicas. Observou-se pelas análises que várias dessas dificuldades estão ligadas aos Obstáculos Epistemológicos e Ontológicos trabalhados por Bachelard, bem como que a superação delas se engendra em um contexto de ampliação dos sistemas conceituais. Nesta dinâmica, com vista a possibilitar ao professor um auxílio na sua prática docente, um guia didático-metodológico foi elaborado, como produto educacional, nos parâmetros da interação, dialogicidade e constante comunicação entre docente e discente no ensino da Termoquímica.

Palavras-chave: Ensino de Termoquímica, Alfabetização Científica, Formação da Cidadania, Análise Textual Discursiva

ABSTRACT

Reflections on the Teaching of Thermochemistry in High School from the analysis of articles from the *Química Nova na Escola*

The current conjuncture of society runs through the need to understand scientific knowledge without devaluing everyday knowledge. This need is perceived both in the speeches of chemical researchers and in the anti-scientific speeches that confront sciences, education and, consequently, social, cultural, environmental development. In this context, the focus of this research is the Teaching of Chemistry through Thermochemistry. How can the Teaching of Thermochemistry contribute to Scientific Literacy and Citizenship Training? The objective of the present investigation is: to understand how the Teaching of Thermochemistry can help human beings to understand the existential world with social, cultural, environmental awareness, proposing improvements and overcoming the problems that are presented to them. In this context, aspects of Scientific Literacy and Citizenship Training were discussed, as well as the curricular importance that values students' individualities, focusing on education for all. Based methodologically on the Discursive Textual Analysis, the articles of Revista Química Nova na Escola that address this theme were analyzed in order to identify the main didactic-pedagogical approaches, indications of learning problems, among others. With the selection of 20 articles, they were unified and categorized. In the teaching and learning process of scientific knowledge on this theme, some recurring difficulties were perceived, such as the undifferentiation of spontaneous and scientific concepts and the confusion between microscopic and macroscopic explanations. It was observed by the analyzes that several of these difficulties are linked to the Epistemological and Ontological Obstacles worked by Bachelard, as well as the overcoming of them is engendered in a context of expansion of the conceptual system. In this dynamic, in order to enable the teacher to assist in his teaching practice, a didactic-methodological guide was developed, as an educational product, in the parameters of interaction, dialogicity and constant communication between teacher and student in the teaching of thermochemistry.

Keywords: Teaching of Thermochemistry, Scientific Literacy, Citizenship Formation, Discursive Textual Analysis

INTRODUÇÃO

De tempos em tempos a nossa sociedade vivencia revoluções (científica, tecnológica, social, política) que nos fazem repensar atitudes, morais e éticas, e, principalmente, a funcionalidade e a intencionalidade desses aspectos que influenciam a todos. Nessas revoluções presenciadas pela sociedade, uma característica de fundamental importância, e que deve ser considerada com real fervor, é a influência a qual as mídias, a ciência e as tecnologias exercem sobre as pessoas e os persuadem, por meio da utilização da psicologia das massas.

Morin (1994, p. 109) faz um importante apontamento sobre as consequências da aplicabilidade da ciência e da tecnologia na sociedade quando diz que, “com a tecnologia, inventamos modos de manipulação novos e muito sutis, pelos quais a manipulação exercida sobre as coisas implica a subjugação dos homens pelas técnicas de manipulação”.

Se acreditarmos que as pessoas desenham o seu próprio destino e tomam as suas decisões, não questionaríamos o fato de que cada qual possui seu modo de agir e define as melhores, ou não, maneiras que levam a vida. Ficaríamos incrédulos se, desse mesmo modo, pensássemos em como somos influenciados e influenciáveis tão naturalmente, o tempo todo, por questões e situações tão óbvias que não nos permitem enxergar “além das aparências”.

Como um cidadão, conseguiria, por si só, atingir o ápice desse desdobramento e persuadir a maior parte social, entre pobres e ricos, ignorantes e intelectuais, de uma nação completa? Como poderíamos acreditar que alguém seria capaz de modificar o pensamento e as ideias de outrem e construir através das suas concepções uma sociedade cujo maior desejo seria a sua supremacia? Como alguém, com as ferramentas certas alcançaria objetivos de dominação e poder?

Conseguiríamos através dessas instruções citar alguns bons exemplos, até atuais. A política, como maior e mais geral exemplo, pode ser classificada como um dos detentores de ferramentas para dominar, persuadir e alicerçar seus interesses. No Brasil, nos últimos quatro anos, as informações (ou desinformações) se tornaram um sorrateiro veículo de domínio das massas.

As famosas e tão em voga *fake News* (notícias falsas) rodearam e seguem firme no que concerne o cenário político brasileiro. Mas como poderiam essas pessoas serem dominadas e persuadidas por notícias não verídicas? E como esse pensamento de dominação conseguiria atingir tantas pessoas em um curto espaço de tempo e com tamanha eficácia?

Assim como precisamos de algum incentivo para seguir, seja da crença religiosa para te colocar de pé, seja da ambição capitalista para ter cada vez mais, seja pela conquista de um amor impossível, ou mesmo o desenvolvimento de um bom artigo para publicação, o processo de dominação é calcado em alguma fundamentação que manterá a sociedade seguindo-a, firme e resistente. Pode ser visto essa característica na ideologia política do Bolchevismo o qual afirma o mito de classe, ou o fascismo que afirma o mito da nação e também o nacional-socialismo que em sua idealização defende o mito da raça. Pessoas abraçaram essas causas acreditando que assim “cobririam todas as dimensões da existência humana com as chamadas religiões políticas, em função de um regime totalitário” (RODRÍGUEZ, 2018, p. 42-43).

As ciências, por sua vez, agem do mesmo modo em um cenário de dominação das massas quando são impostas por parte específica de uma gama social a qual dominam técnicas e conhecimentos particulares. Há, neste caso, uma subordinação da sociedade determinada pela dependência entre pessoas que necessitam das técnicas conhecidas por pessoas que possuem o conhecimento tecnológico e suas aplicações (FOUREZ, 1995). Um piloto de um avião, por exemplo, é capaz de tomar decisões mais racionalizadas sobre os procedimentos a serem assumidos em um voo, os passageiros, por sua vez, dependem dos resultados das decisões tomadas pelo piloto.

Quando pensamos no desenvolvimento da ciência e da tecnologia, e todas as influências que eles podem causar na sociedade, Fourez (1990) nos dá argumentos para questionar esta relação e descreve como a monopolização do conhecimento científico e tecnológico podem influenciar nas políticas sociais e na relação mão de obra especializada e demais cidadãos que dependem destes. O autor divide em três modelos a interação sociedade, tecnologia e ciência segundo o filósofo Habermas. São eles: o tecnocrático, decisionista e o pragmático-político.

Cada um desses modelos possui características específicas e compreendem as decisões políticas como base em uma visão particularizada. Cada pormenor das concepções apresentadas pelo autor será melhor discutido nos capítulos que se seguem. Cabe destacar que como o processo de ensino e aprendizagem envolve a compreensão das ciências e das tecnologias, esses modelos representam o que ocorre na sociedade, logo, nos permite questionar a intencionalidade do porquê é importante o conhecimento científico para a estruturação das sociedades.

Analogicamente, poderíamos questionar a função da educação e a utilização de mecanismos didáticos, aplicáveis ao ensino, como veículo dominador. Convém levar em consideração todo o processo de construção do conhecimento científico e a massificação

psicológica por conta do acesso instantâneo a tanta informação. Dessa maneira, propor caminhos e possibilidades para a construção de tomada de consciências, por meio da mediação (professor/estudante), pode se tornar um importante marco na construção do pensamento e da racionalidade crítica das pessoas.

Neste aspecto, direcionamos nossos estudos em compreender: **Como o Ensino de Termoquímica pode auxiliar na formação da tomada de consciência de seres humanos livres, questionadores, preocupados com os aspectos sociais, culturais e ambientais da sociedade?** O que nos permitiu propor outros questionamentos: o que se pode compreender por cidadania? Como o Ensino de Termoquímica pode impactar na formação de cidadãos? Como o posicionamento social, unido à alfabetização científica pode contribuir para a superação de problemas que permeiam a sociedade?

Para tanto, nos debruçamos em propor um trabalho que discuta esses aspectos e que auxilie no processo de formação de cidadãos que saibam questionar o que lhe é imposto e propor soluções para os diversos problemas que lhes compõe a vida. O objetivo de nossas análises foi **compreender como o Ensino de Termoquímica, focalizando formação da cidadania e na urgência em se alfabetizar cientificamente os seres humanos, pode colaborar para a tomada de consciência e na melhor formação de conceitos científicos.**

O primeiro capítulo dessa dissertação discute questões referentes a urgência da Alfabetização Científica (AC) na sociedade contemporânea. Direciona o ensino para uma preocupação com a formação da cidadania, justificado pelas ideias obscurantistas que confrontam a construção do pensamento científico e se opõe a libertação dos oprimidos e ao ensino dialógico (FREIRE, 2016). Dessa maneira, neste capítulo, nos debruçamos em apontar para AC de todos, pensando a reconstrução curricular em moldes culturais, sociais, ambientais, históricos, anti-obscurantista, entre outros.

No capítulo 2 apresentamos a Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES; GALIAZZI, 2011) como método de análise dos dados obtidos a partir da revista Química Nova na Escola (QNEs). Desta forma, em consonância com a análise de discurso e a análise de conteúdo, descrevemos a ATD como metodologia de análise e descrevemos os aspectos desta abordagem até a construção de metatextos, que dizem respeito ao enlace feito das significações dadas pelos artigos e nossas interpretações, focalizando a temática Termoquímica.

No Terceiro capítulo utilizando o processo de ATD, categorizamos as unidades de significados das publicações da QNEs e elaboramos os metatextos. Nesta etapa, no constante

diálogo entre o que os autores pretendiam dizer em suas divulgações e as nossas interpretações, reconstruímos ideias e elaboramos concepções e apontamentos sobre a Termoquímica.

Ao final, promovemos a construção de um produto educacional no formato de um Guia didático-metodológico para auxiliar o professor do ensino médio na construção da rede de conceitos sobre o mundo e a Termoquímica. Neste momento, utilizamos os momentos pedagógicos delineados por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2018), para a proposição de aulas que valorizem o contexto sócio-histórico-cultural-ambiental sobre a Termoquímica.

O presente trabalho aponta para a possibilidade da construção de uma rede conceitual estruturada (VIGOTSKI, 2001), partindo da mudança do perfil conceitual do estudante (MORTIMER, 2010), acreditamos fornecer aos estudantes bases suficientes para a construção do conhecimento científico no direcionamento da formação de cidadãos críticos, transformadores, que busquem uma sociedade mais justa e menos desigual.

CAPÍTULO 1 - O Ensino de Ciências/Química no Ensino Médio: em foco algumas questões

O presente trabalho está sendo desenvolvido em um período de visões científicas distorcidas, controvérsias e achismo que confrontam a realidade e a ciência. Além do que, uma pandemia provocada pelo Coronavírus (COVID-19)¹ assola a sociedade contemporânea causando mais dúvidas e incertezas quanto a relação entre ciência e sociedade. Ouve-se falar em ideias opostas ao sistema de vacinação (Movimento Antivacina), Movimento de terraplanistas, Escola sem Partido², e outras tantas, que alguns pontos importantes devem ser levados em consideração. Época essa em que dados científicos são apresentados e ignorados, enquanto opiniões sem respaldo científico são aceitas pelo público em geral. Esses momentos são essenciais para reafirmarmos a importância da alfabetização científica, questionando a intencionalidade do Ensino de Ciências e a educação escolar³.

Tendo como propósito dar subsídios para discussões posteriores sobre o Ensino de Ciências/Química, acreditamos que colocar as finalidades da educação, dos processos de ensino-aprendizagem e do Ensino de Química em pauta pode nos auxiliar a compreender o mundo no qual seres humanos se inter-relacionam. Com foco em entender as necessidades formativas atuais e os diversos porquês no devir social, o presente capítulo tem como escopo apresentar questões relacionadas a importância da ciência, o porquê da educação escolar e, principalmente, o porquê da ciência Química nos currículos escolares e os motivos que tornam o conhecimento científico fundamental para a formação social.

¹ A COVID-19 é causada pelo vírus SARS-COV-2 que causa infecções respiratórias. O novo agente do coronavírus foi descoberto em 31/12/19 após casos registrados na China. Provoca a doença chamada de coronavírus (COVID-19). Disponível em: < <https://bityli.com/KYc4P> > Acesso em: abril de 2020.

² O movimento Escola Sem Partido consiste numa articulação nacional de uma suposta neutralidade ideológica visando uma pedagogia sem qualquer conteúdo subjetivo docente (AGUIAR, 2019). Os defensores dessa iniciativa ancoram “suas ideias na suposta preocupação “com o grau de contaminação político-ideológica das escolas brasileiras, em todos os níveis: do ensino básico ao superior”. (ESPINOSA; QUEIROZ, 2017, p. 50).

O movimento antivacina, compreende ao discurso de que a vacinação causa mais danos que sua eficácia e é causadora de autismo. A ideia que se desenvolve em oposição aos métodos de imunização aparecem descritos antes mesmo do surgimento da vacina (PINTO JÚNIOR, 2019), mas vem ganhando força a partir do processo de midiaticização e divulgação pelas mídias de maior influência cultural (VASCONCELLOS-SILVA et al., 2015). E o movimento de terraplanistas que, como o próprio nome nos dá uma definição, diz respeito a um grupo que defendem que a Terra é plana.

³ No decorrer do texto, ao tratarmos do termo educação, pretendemos elencar os aspectos relacionados à educação escolar.

1.1 A educação e a formação humana: inter-relações no Ensino de Ciências

Refletir sobre a realidade do Ensino de Ciências/Química nos moldes atuais nos incita pensar, inicialmente, no movimento de “educação para todos” descrito nos mais diversos discursos de pesquisadores da educação (MACHADO, 2000; GADOTTI, 2000; TORRES, 2001; ZANON; MALDANER, 2010; LIBÂNEO, 2012; PACHECO, 2016). Este movimento promoveu a elaboração do documento histórico denominado: *Declaração Mundial da Conferência de Jomtien*, realizada em 1990 (Jomtien – Tailândia) promovida pelo Banco Mundial. Libâneo (2012) analisando as influências das proposições apresentadas na conferência para as políticas públicas para a educação básica nos últimos vinte anos no Brasil, mostra como esta iniciativa promoveu a dualização da educação escolar: de um lado uma escola para os ricos, “assentada no conhecimento, na aprendizagem e nas tecnologias e, em outro, a escola do acolhimento social, da integração social, voltada aos pobres e dedicada a missões sociais de assistência e apoio às crianças” (LIBÂNEO, 2012, p. 16).

Em conclusão, o autor propõe a superação da dualidade da escolarização pensando em uma escola que vise a formação cultural e científica, sendo primordial considerar que esta formação “destina-se a sujeitos diferentes, já que a diferença não é uma excepcionalidade da pessoa humana, mas condição concreta do ser humano e das situações educativas” (LIBÂNEO, 2010, p. 26). Como declara o autor, não existe justiça social sem conhecimento e não haverá cidadania se os estudantes não aprenderem. Nesta vertente, reconhecemos que “todas as crianças e jovens necessitam de uma base comum de conhecimentos, junto a ações que contenham o insucesso e o fracasso escolar” (LIBÂNEO, 2012, p. 26), ou seja, faz-se necessário haver uma proposição educacional que apoie a igualdade de conhecimentos reconhecendo os sujeitos como individuais, valorizando as diferenças e assegurando o desenvolvimento das capacidades intelectuais.

Para compreender o quão importante é o conhecimento científico para a formação sociocultural, daremos início a discussões necessárias, pois

Em uma sociedade fortemente baseada na ciência e na tecnologia, a vulgarização científica tem implicações sociopolíticas bem importantes. Se o conjunto da população não compreende nada de ciências, ou se permanece muda de admiração diante das maravilhas que podem realizar os cientistas, ela será pouco capaz de participar dos debates relativos as decisões que lhes dizem respeito. Se, pelo contrário, a vulgarização científica der às pessoas conhecimentos suficientemente práticos para que elas possam ponderar sobre as decisões com melhor conhecimento de causa, ou

pelo menos saber em que “especialista” eles podem confiar, essa vulgarização é uma transmissão de poder (FOUREZ, 1995, p. 221-222).

Iniciamos nosso trabalho com essa citação instigando o refletir sobre o agir socialmente. Gerard Fourez (1995), em seu nono capítulo “*Ciência, poder político e ético*”, do livro “*A Construção das Ciências*”, nos dá argumentos para questionar o monopólio científico e, mais ainda, as condições impostas sob a ótica da necessidade de educar cientificamente. Cunhado nessas discussões propomos uma reflexão sobre a relação ciência-sociedade nos dias atuais e, ainda, um questionamento: educação científica, afinal, é necessário?

Pensando a educação científica, existem duas dimensões que se inter-relacionam na dinâmica do discurso do presente trabalho, e que serão melhor elaboradas no decorrer do texto à medida em que construímos redes de ideias e sentidos objetivando nosso estudo, sendo eles: um **Ensino de Química para a Formação da Cidadania** e com **foco a Alfabetização Científica**. Cabe salientar que, mesmo estando aqui apresentadas isoladamente (apenas em nível de apresentação), as duas comungam em princípios e não são isoladamente dispostas nesta dissertação.

Veremos, nos capítulos que se seguem, a importância do diálogo entre diferentes conhecimentos e saberes para a Formação da Cidadania (FC), bem como para a Alfabetização Científica (AC). Se faz importante citar uma questão apresentada por Chassot (2018, p. 83) em que diz: “A questão que parece ser central para as discussões que se pretende estabelecer neste espaço é: quais são no mundo de hoje as necessidades de *uma alfabetização científica* [grifo do autor]?”.

Elencando uma outra questão, ainda mais pertinente para a compreensão do desenvolvimento deste trabalho: “como tornar efetiva a alfabetização científica de nossos alunos e alunas?” (CHASSOT, 2018, p. 91). Considerando o diálogo entre ciência e sociedade, cabe pensar e evidenciar um Ensino de Química (EQ) “socialmente contextualizado, que destaque o papel social da ciência e suas interações multidisciplinares com os aspectos sociais, políticos, históricos, econômicos e éticos [...]” (CHASSOT, 2018, p. 94).

Fourez (1995) utiliza três concepções, estabelecidas pelo filósofo Habermas, para descrever a relação entre ciência e sociedade. Nele, são apresentadas modelos de decisões políticas permeadas pelas necessidades sociais, cidadania e determinações de especialistas, à saber: o modelo *tecnocrático*, o *decisionista* e o *pragmático político*. A seguir, descreveremos as características principais de cada modelo para fins de compreensão e relacionamento com a urgência da alfabetização científica atualmente.

O primeiro modelo, *tecnocrático*, consiste em determinar que as decisões devem ser direcionadas apenas por especialistas de determinadas áreas. Neste caso, as pessoas e todas as relações sociais não são consideradas, somente a determinação técnica feita por pessoas capacitadas deve prevalecer. Um médico, por exemplo, determina os meios pelo qual seu paciente deve seguir o tratamento e, dessa forma, ignora todo e qualquer valor, vontade ou posicionamento do paciente. O segundo, *decisionista*, apresenta uma relação de satisfação mútua, as pessoas têm a opção de escolher o fim, desde que, os especialistas selecionem o meio pelo qual alcançarão o objetivo final. Quando o paciente propõe alcançar um fim estético, cabe ao médico indicar os possíveis meios para chegar a tal determinação. E por último, o *pragmático-político*. Neste modelo, há uma constante negociação entre especialistas e “não-especialistas”, cujo objetivo final é alcançar o máximo de satisfação e comprometimento de ambas as partes (FOUREZ, 1995). Cabe ressaltar que esses são modelos de relações que representam o que ocorre no processo de interação entre ciência e sociedade, como pontua Fourez (1995, p. 208), “essas três maneiras de ver jamais existem em estado puro”.

Como expresso pelo autor, conhecimento é poder. E é através desse poder que as decisões cabíveis à sociedade são tomadas. Assim, a ciência atribuída a decisão política pode ser compreendida através de dois sentidos: *a política para a ciências* e *a política pelas ciências*. Uma visa favorecer o desenvolvimento das ciências por meio das decisões políticas, a outra, legitima as decisões políticas apoiadas pela pesquisa científica.

Se, contudo, vivemos em uma sociedade fortemente influenciada pela ciência e tecnologia, a alfabetização científica é um dos objetivos do Ensino de Ciências, pois, como afirma Romanatto e Viveiro (2015, p. 9), “pode contribuir para uma leitura e interpretação de mundo que favoreça posicionamentos e tomadas de decisão, de modo crítico e criativo, em questões que envolvam nós, os outros e o ambiente”. Assim, pensando os modelos de representação, anteriormente citados, e como eles concebem a interação sociedade e ciência, juntamente com a disseminação do conhecimento científico como “poder”, é crucial apontar a função da escola, nesta perspectiva.

Segundo Pérez Gómez (2007, p. 14), a escola é uma instituição estabelecida e “[...] configurada para desenvolver o processo de socialização das novas gerações, aparece puramente conservadora: garantir a reprodução social e cultural como requisito para a sobrevivência mesma da sociedade”, não sendo essa a única instância social que contribui para a reprodução da sociedade; a família, os grupos sociais, os meios de comunicação, influenciam diretamente a sociedade. O autor apresenta dois objetivos básicos da função socializadora da

escola: a *incorporação no mundo trabalho* e a *intervenção na vida pública* (PÉREZ GÓMEZ, 2007, grifo do autor).

Essas características da função socializadora da escola são encontradas respaldadas pelo art. 205 da Constituição Federal, quando apresenta que “a educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o *exercício da cidadania* e sua *qualificação para o trabalho* (BRASIL, 1998, grifo nosso).

Mesmo que as determinações apresentadas pelos modelos sejam, hora para satisfazer as vontades de um, hora para apresentar a superioridade de outro, por meio da dependência, chegamos aqui a um ponto determinante, a necessidade de se alfabetizar cidadãos e cidadãs cientificamente. A citação no início do capítulo poderia muito bem ter sido apresentada neste momento no texto, mas considerar os questionamentos possíveis proposto por ela, juntamente com os modelos apresentados por Fourez (1995), nos permitem repensar sobre a importância de se ensinar ciências e, principalmente, sobre a importância da educação na sociedade.

Pensemos, inicialmente, no que diz respeito a importância que deve ser dada ao Ensino de Ciências. Afinal, discute-se sobre *o quê e como ensinar ciência/Química* e negligencia-se o *porquê* ensinar ciências (MOURA, 2019). Nessa dinâmica, o Ensino de Ciências, neste caso daremos ênfase a ciência Química, é importante para quem? Como afirma Martins (2018):

[...] o debate em torno das razões para o ensino de conteúdos metacientíficos tem sido de algum modo negligenciado nos últimos anos, em parte devido a um entendimento de que é algo relativamente “bem estabelecido”. Em nossa visão, todo professor de ciências deveria, com frequência, questionar a si mesmo sobre tais razões. Uma visão clara a esse respeito contribuiria significativamente para dar sentido ao conhecimento escolar de ciências e à ideia de alfabetização científica. Embora reconheçamos que é essencial relacionar objetivos com conteúdos e estratégias, não é possível abordar essas três questões com a profundidade necessária em um único trabalho (MARTINS, 2018, p. 705).

Esse ideário construído entorno da educação escolar e do Ensino de Ciências, concomitantemente, reduzidos a meros parâmetros de mensuração de aprendizagem e participação em *rankings* como formas de avaliar a educação, segundo Moura (2019, p. 4), “[...] ocorre, por vezes, em nome de uma “educação em ciências para a cidadania”, ou “para a democracia”, ou mesmo para a “justiça social”. Ou seja, já não se questiona o porquê ensinar, mas focaliza-se no *como* e no *quê* se ensina.

Por mais que as ideias apresentadas por Fourez (1995) tenham sido formuladas décadas atrás, o atual cenário de desenvolvimento científico e educacional nos faz perceber esses princípios de inter-relações entre ciência e sociedade. Nessa tênue linha de interações, um

aspecto nos chama a atenção: a subordinação de uns a outrem. Mas, como o trabalho trata de questões específicas, tais como a educação, alfabetização científica e sociedade, é necessário discutir e analisar alguns destes termos para, posteriormente, retomarmos a questão da alfabetização científica e sua correlação com a formação para a cidadania e em como este processo pode contribuir para a promoção de uma sociedade mais justa. Como consequência das conexões de ideias e embasamentos teóricos, nos debruçaremos em tentar responder as questões de *como*, *o quê*, bem como, *o porquê* do Ensino de Química (EQ).

A educação, ato de educar e principal fundamento do trabalho docente, segundo Saviani e Duarte (2010), é apresentada como *formação humana*. Os autores discutem algumas questões em relação a essa formação. A princípio propõem a questão de o ato “educar” se dar apenas por seres humanos livres *para* seres humanos, também, livres. Neste caso, dependemos de uma questão extremamente relevante para entender a importância da educação escolar nesses moldes: o que é ser livre?

Para Vigotski (1995), “a liberdade humana consiste precisamente em que pensa, quer dizer, em que toma consciência da situação criada” (p. 288 *apud*. TOASSA, 2004). Toassa (2004) em sua análise sobre liberdade, a partir de Vigotski, apresenta que,

Tornar-se livre é, portanto, assimilar um significado diferenciando-se dele – é tornar-se indivíduo humano que recria a realidade na consciência, constituindo um ativo conhecimento das determinações da conduta e, nesse processo de conhecimento, modifica a realidade objetiva (natural e/ou social) (TOASSA, 2004, p. 5).

Liberdade, aqui, diz sobre transformar a realidade, sobre modificar o mundo com a plenitude de quem se reconhece *ser humano*, tornando-se sujeito de consciência alterada, transcendendo a ação do existir, construindo o pertencimento com outros e pelos outros, ensinando e aprendendo. Liberdade em Vigotski é um termo conexo a tomada de consciência motivacional (TOASSA, 2006). Sendo essa uma das classes de tomada de consciência, podemos compreendê-la como sendo a motivação pela qual determinado indivíduo assume por meio da objetivação de resolver algum conflito. Dessa forma, “a necessidade de solucionar problemas e os próprios problemas surgem como circunstâncias históricas observadas e internalizadas por um indivíduo determinado” (TOASSA, 2006. p. 74).

A partir do momento em que seres humanos se descobrem seres humanos, tomam consciência do seu ser e das possíveis ações no meio ao qual fazem parte, assume-se o posicionamento de liberdade, de *ser liberto*. Mas pensando a liberdade referente a sociedade capitalista que estamos inseridos, dentro dos estreitos limites, com base em uma estrutura econômica e social nos moldes da “acumulação predatória e para o consumismo da classe

dominante” (COSTA, 2017, p. 92), segundo Costa (2017), é preciso ter objetivos concretos para o processo educacional. Ainda:

[...] mesmo com uma liberdade muito estreita (quando se pensa em uma educação transformadora) é necessário estabelecer os fins educativos concretos para que se façam escolhas das ações e dos conteúdos para o desenvolvimento da atividade educacional. Por isso, ao pensarmos na aprendizagem e no desenvolvimento humano no contexto da sociedade capitalista é essencial ter em mente a necessidade de fomentar a consciência crítica, mas cientes de que tal consciência depende do sistema de conceitos desenvolvidos, de modo que em tempos de refluxo da luta de classes, ou momentos em que as classes dominantes exercem muito controle sobre o pensamento cotidiano, as ações pedagógicas são muito mais limitadas (COSTA, 2017, p. 93).

Assim, se educar só se dá por seres humanos livres, libertos, os seres humanos só educam outros à medida em que tomam consciência de si mesmo, de suas funções no mundo existente, podendo, a partir deste processo de reconhecimento, resolver problemas em nível sociocultural, discutir questões pertinentes ao desenvolvimento de toda sociedade, transformando suas realidades, ensinando e aprendendo uns com os outros, ou melhor, uns para com os outros.

Nesse ponto revela-se a enorme importância dos conteúdos escolares para a compreensão das relações entre sociedade e natureza, do processo histórico pelo qual os seres humanos vêm se organizando socialmente para a produção/reprodução das condições materiais de existência humana e, também, para domínio da riqueza simbólica por meio da qual a humanidade confere sentido às suas obras. Não existe liberdade absoluta. A liberdade vai sendo conquistada à medida que os seres humanos lidam com as determinações existentes produzindo meios materiais e simbólicos que empregam para alcançar objetivos (DUARTE, 2018, p. 143).

Dessa maneira, o ato de educar pelo ser humano livre para seres humanos em uma constituição formativa de liberdade, nos permite pensar em toda influência que a propagação de ideias pode causar em um curto espaço de tempo – principalmente com o advento da globalização – a uma imensa gama de pessoas. É fato que estamos cada vez mais “conectados”, temos mais e rápido acesso à informação, diferentes conteúdos e notícias, logo, é necessário que voltemos a uma questão que confronta o trabalho educacional e o desenvolvimento social nesta perspectiva; o obscurantismo científico⁴. Este, melhor dizendo, confronta a liberdade do ser, dogmatiza e estreita a relação de liberdade do ato de educar.

⁴ Para conceituar Obscurantismo Científico, gostaríamos de apontar uma citação de um artigo de Swartz (1998) no que diz: “O estágio mais perigoso do crescimento da civilização pode muito bem ser aquele em que homem ..., se recusa a aceitar ou se submeter a qualquer coisa que ele não possa racionalmente entender Isso pode muito bem ser um obstáculo que o homem alcançará repetidamente apenas para ser jogado de volta à barbárie” (Hayek 1944:33; 1952:162-163; Polanyi 1953:3, tradução nossa). Segundo o autor, o obscurantismo científico é uma imagem falsa dos métodos e processos da ciência que caminha em oposição ao racionalismo científico.

“Com efeito, se a educação é uma atividade específica dos seres humanos, isso significa que o educador digno desse nome deverá ser um profundo conhecedor do homem” (SAVIANI; DUARTE, 2010, p. 423), apropriando-se deste conhecimento para educar, propondo o rompimento dos dogmas, achismos e imposições sociais, característicos de diversos movimentos que confrontam o desenvolvimento das sociedades.

Neste momento, repensemos a proposição de uma das manifestações mais sintomáticas do obscurantismo, o movimento autointitulado Escola Sem Partido (DUARTE, 2018), apenas à guisa de exemplo. Ao compararmos a conjuntura educacional contemporânea e voltarmos as discussões de Fourez (1937), Saviani e Duarte (2010) e Vigotski (1995 *apud.* TOASSA 2004), o ser humano, liberto e consciente de sua libertação, só pode se aventurar na formação de outros em um contínuo processo de libertação, pois, do contrário, é dominação, e quem domina utiliza mecanismos para manter-se assim, logo, “especialistas” dominam tendo consciência de seus atos e do domínio do conhecimento científico. Assim, os oprimidos (dominados) “[...], ‘imersos’ na própria estrutura dominadora, temem a liberdade, enquanto não se sentem capazes de correr o risco de assumi-la” (FREIRE, 2016. p. 47).

O que encontramos no movimento Escola sem Partido é “a criação de um ambiente de censura ideológica, ética e política dos professores, dos currículos e dos materiais pedagógicos, de maneira a se submeter a escola pública aos ditames das mais reacionárias e irracionais concepções de mundo existentes na sociedade contemporânea” (DUARTE, 2018, p. 140). Sob o mesmo ponto de vista, seres humanos são condicionados ao processo de subordinação, dominação e omissão. Seguindo essa lógica, alcançamos uma outra questão: Como podem, seres humanos, omissos, subordinados, restringidos, educar outros com um propósito de libertar, de se posicionar no mundo, de compreendê-lo? Em resposta a essa questão, estabelecidos o seu relacionamento com a conceituação anterior, torna-se impossível alcançar o ato de educar como constante prática de liberdade e para a formação de cidadãos críticos, pensantes.

Neste contexto de libertação, Saviani e Duarte (2019), propõem uma primeira conceituação à educação apontando para a afirmação de que só existe educação “[...] enquanto comunicação entre pessoas livres em graus diferentes de maturação humana, [a educação] é promoção do homem, de parte a parte – isto é, tanto do educando como do educador” (SAVIANI; DUARTE, 2010, p. 423). A educação, como formação humana, necessita de um ambiente que permita a liberdade, o posicionamento, do contrário não é libertação por meio da educação, é doutrinação, domínio. Outrossim, manifestações obscurantistas, tais como a Escola

Sem Partido, afetam diretamente o desenvolvimento: do ser humano, da educação como fator influenciador social, da sociedade, da liberdade, da formação humana.

Se não existe educação sem liberdade, tampouco existe educação sem consciência. Estar consciente da educação que propomos estabelecer, acarreta compreender qual sua importância. Dessa forma, algumas questões devem ser entendidas: como o conhecimento pode ser estruturado de modo que, a partir da tomada de consciência, proporcione a formação de seres humanos críticos, mais racionais, preocupados socialmente e atuantes no seu contexto social e livres? Ainda, como o Ensino de Ciências – neste caso, o Ensino de Química, pode auxiliar na compreensão do mundo social?

Essas questões nos permitem pensar a *Educação como prática da liberdade* (FREIRE, 1971 *apud*. LIRA, 2015). Em Freire libertação pode ser resumida em dois principais momentos. Segundo Lira (2015),

[...] primeiro, os oprimidos vão desvelando o mundo da opressão e vão comprometendo-se com a práxis, com sua transformação; no segundo, transformam a realidade opressora, e a pedagogia deixa de ser a do oprimido e passa a ser a pedagogia dos homens em processo de permanente libertação (LIRA, 2015, p. 59).

Com base nesse posicionamento, assumimos que libertar-se se constrói por meio de um padrão de agregação entre as preocupações, anseios e valores de cada indivíduo, através da dual relação entre o individual e o todo (coletivo). Cidadãos engajados, libertos para agir, utilizam o conhecimento para modificar sua realidade. Alterando, também, a realidade de todos aqueles que fazem parte do seu contexto. Cabe aqui aproximar os conceitos, pois assim como liberdade em Vigotski se dá (dentre outros aspectos) pela formação da consciência motivacional, as preocupações e anseios, o ato de libertar-se por Freire é alcançado pela formação de consciência de seres livres, com preocupação no social, em sua totalidade. É como se a liberdade fosse o objetivo maior social, logo, a educação um dos caminhos a serem percorridos para este alcance e os diferentes níveis de crescimento na tomada de consciência se caracterizassem por serem as metas cumpridas até que se atinja o objetivo final.

A educação escolar, no próprio ato de libertação, conduz a relação existencial do pertencimento, mas que só se dá por meio da interação dialógica⁵, no relacionamento entre

⁵ Assumimos a concepção dialógica de Paulo Freire quando apresenta que “o diálogo é este encontro dos homens, mediatizados pelo mundo, para pronunciá-lo, não se esgotando, portanto, na relação eu-tu. [...] o diálogo é uma exigência existencial [...] não pode reduzir-se a um ato de depositar ideias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca das ideias a serem consumidas por permutantes (FREIRE, 2016, p. 45).

escola e sociedade, ciência e reconstrução social. Dessa maneira, a educação escolar é importante para a formação de seres humanos críticos socialmente.

Assim, para o posicionamento no mundo, nada mais compreensível que adentrarmos no conhecimento das ciências para entender que a educação, neste caso, a educação científica é uma necessidade atual. A educação científica, assim como a educação de forma geral, se caracteriza pela importância na formação de cidadãos, bem como, compreender as ciências e utilizá-la para explicar os fenômenos apresentáveis no cotidiano pode nos possibilitar o posicionamento, a criticidade e, principalmente, o questionamento sobre as influências que este campo de conhecimento exerce no mundo natural. Mas antes de prosseguir para discussões sobre AC para a FC, cabe consolidar algumas importantes definições sobre o termo Alfabetização Científica.

Ao dar início a revisão da literatura com vistas a compreender o termo *Alfabetização Científica*, artigos internacionais que procuram descrever e compreender significado, o apresentam com a denominação, do inglês, *Scientific Literacy*, que pode ser traduzido como Alfabetização Científica ou Letramento Científico. Existe uma distinção conceitual em relação aos dois termos utilizados que traduzem o termo em inglês. Como apresenta Santos (2007),

Deve-se observar que, enquanto a alfabetização pode ser considerada o processo mais simples do domínio da linguagem científica e enquanto o letramento, além desse domínio, exige o da prática social, a educação científica almejada em seu mais amplo grau envolve processos cognitivos e domínios de alto nível (SANTOS, 2007, p. 479).

O que cabe compreender é que o que pretendemos ao escolher o termo *Alfabetização Científica* no presente trabalho é padronizar o uso de apenas um termo, pois, no Brasil, nas publicações que traduzem o termo *Scientific Literacy*, predominam o termo Alfabetização Científica em vez de Letramento Científico. Mas para compreender melhor o significado do termo, utilizamos a concepção de Bybee (1997) que:

[...] sugere a aproximação ao conceito aceitando o seu caráter de metáfora, o que permite, no início, afastar a simplificação imprópria do conceito de seu significado literal: uma alfabetização científica, ainda que tenha de incluir a utilização de vocabulário científico, não se deve limitar a essa definição funcional. Conceber a alfabetização científica como uma metáfora permite, pois, enriquecer o conteúdo que atribuímos aos termos, e obriga, ao mesmo tempo, à sua clarificação (BYBEE, 1997 *apud*. CACHAPUZ *et al.* 2011, p. 19).

No delineamento do conceito de AC no trabalho de Pella (1978), elaborado por Showalter (1974), o qual integrou 15 anos de conhecimento literário para mostrar que a definição da alfabetização científica consiste em sete dimensões:

- I. Uma pessoa cientificamente alfabetizada compreende a natureza do conhecimento científico;
- II. Uma pessoa cientificamente alfabetizada aplica exatamente os conceitos, os princípios, as leis e as teorias apropriadamente na interação com seu universo;
- III. Uma pessoa cientificamente alfabetizada utiliza os processos das ciências para resolver problemas, tomar decisões e promover sua própria compreensão do universo;
- IV. Uma pessoa cientificamente alfabetizada interage com vários aspectos do seu universo em um caminho consistente como os valores subjacentes à ciência;
- V. Uma pessoa cientificamente alfabetizada entende e aprecia a interação entre ciência e tecnologia e suas inter-relações com os outros aspectos relacionados a sociedade;
- VI. Uma pessoa cientificamente alfabetizada desenvolve uma visão mais rica e mais excitante do universo como resultado da sua educação científica e continua estendendo esta educação através de sua vida;
- VII. Uma pessoa cientificamente alfabetizada desenvolve numerosas habilidades manipulativas relacionadas com a ciência e tecnologia; (SHOWALTER 1974, p. 2 *apud*. RUBBA; ANDERSON, 1978, p. 450).

Das diferentes atribuições dadas ao termo AC encontradas em nossas leituras, as sete dimensões descritas anteriormente melhor se adequam a proposta do Ensino de Química (EQ) para a formação de cidadãos. Assim, AC adquire uma importante conotação no cenário de desenvolvimento da consciência social, da formação de seres humanos críticos, preocupados com suas realidades sócio culturais. Afim de relacionar a concepção AC para a FC, o tópico seguinte apresentará, em síntese, a conceituação do termo cidadania, bem como, seu processo de consolidação no discurso de algumas sociedades. Ainda, buscaremos compreender como o Ensino de Química pode contribuir na formação de cidadãos e ainda propor a construção de um guia didático-metodológico como recurso auxiliar à prática docente.

1.2 A Alfabetização Científica como caminho para a formação da cidadania

Como o Ensino de Ciências/Química pode contribuir para a formação do cidadão crítico, livre e questionador? Essa discussão não é recente, alguns autores já abordaram tal assunto, podemos observar Krasilchik (1988), Dal Pian (1993), Santos e Schnetzler (1996; 1997), Santos (1992), Krasilchik e Marandino (2007), Del Pino e Frison (2011). Entretanto, considerando o presente contexto, observamos a necessidade de reafirmarmos o papel do EQ e as possibilidades didático-pedagógicas na escola a partir do ensino de conceitos científicos.

Não é só sobre “saber a fórmula da água” ou “memorizar nomenclaturas de compostos orgânicos”. É sobre pensar a potencialidade de como a ciência formar não o “cidadão de bem”,

mas o cidadão que objetive transformar a realidade com vistas a uma sociedade mais justa e menos desigual. Mas, o que é cidadão?

Na Roma antiga, o termo *civitas* era designado para indicar a situação política de cada indivíduo. Eram cidadãos apenas as pessoas que perante o Estado possuíam direitos políticos, ou seja, além de indicar quem poderia fazer parte da realidade das decisões do Estado, a cidadania, à época, indicava quais os direitos cada indivíduo possuía (MANZINI-COVRE, 2010). Eram considerados cidadãos pessoas de grandes posses e aqueles cujas famílias não possuíam históricos de submissão. Neste caso, podemos entender que cidadania era um termo indicativo, como desígnio de classificação, exclusão e segregação social, em oposição ao significado conceitual contemporâneo que trataremos mais a diante.

Na Grécia antiga, o mesmo termo designava a situação daqueles que haviam nascido em terras gregas, neste caso, a naturalidade expressava o significado de cidadania à época, e era apenas um indício para apresentar a origem do sujeito (MANZINI-COVRE, 2010). Dessa maneira, aqueles que nasceram onde é a Grécia, e migraram para outras partes do planeta Terra acabavam por não pertencer mais àquela comunidade, perdendo sua cidadania. Essa classificação seria reconstruída ao passo em que se mantivessem em alguma nova região, adquirindo uma nova naturalidade.

Cidadãos, cidadania e os termos que se relacionam foram sendo questionados e reelaborados por pensadores ao longo da evolução das sociedades. Segundo Rezende Filho e Câmara Neto (2001) não é fácil datar quando, precisamente, deram início a utilização do termo cidadania. O que se sabe é que ele estava associado à política. Para considerar um pouco da construção histórica associada a formulação da “cidadania” nos apoiaremos no discurso de Barreto (1993) em que disserta sobre *A construção moderna de Cidadania*.

Como apresenta o autor, um homem do estado ateniense, Péricles, em nome dos primeiros seres humanos que haviam morrido na guerra de Peloponeso, disse que os mortos haviam sido mortos pela causa de Atenas,

Isto porque Atenas destacara-se entre as cidades da Grécia, em virtude de três qualidades: a primeira, residia no fato de que o regime político ateniense atendia aos interesses da maioria dos cidadãos e não os de uma minoria, e, por essa razão, Atenas era uma democracia; a segunda qualidade, encontrava-se na igualdade de todos perante a lei e na adoção do critério do mérito para escolha dos governantes; e, normalmente, Atenas destacava-se porque a origem social humilde não era obstáculo para a ascensão social de qualquer cidadão. Esse célebre discurso de Péricles enunciou um conjunto de direitos, que iriam, séculos depois, formar a substância da cidadania moderna: a igualdade de todos perante a lei, a inexistência de desigualdades sociais impeditivas do acesso social e no emprego do mérito como critério de escolha dos governantes (BARRETO, 1993. p. 31).

No decorrer da história, alguns importantes pensadores reafirmaram o conceito atribuído a cidadania. Platão (428-348 a.C.) defendia o afastamento das massas na participação política, pois o filósofo sustentava que as pessoas políticas deveriam viver e dedicar-se, exclusivamente ao bem público. Em contestação a esse ideário, Aristóteles (384-322 a.C.) afirmava que como tudo pertence a cidade, o cidadão não pertence a si próprio, dessa maneira, as funções e decisões governamentais eram cabíveis a todos os cidadãos (BARRETO, 1993).

Em defesa da necessidade de obrigar o homem a ser livre – pensamento que também influenciou as concepções sociais e políticas durante os últimos dois séculos –, Rousseau (1712-1778) proporcionou a concepção espartana e monástica da cidadania (BARRETO, 1993).

Mas, quando pensamos nos termos sociedade, comunidade, grupos, bandos, turmas, e afins, podemos elencar aspectos históricos da evolução da humanidade em consonância ao significado do termo cidadania. Veja bem, se pensarmos a construção do termo cidadania e sua caracterização ao longo da história da sociedade, necessitaríamos anos de estudos e comprometimento, apenas, em analisar como o termo foi colocado em relação a cada instância social e a cada grupo de pessoas ao longo dos mais de dois milênios. Dessa forma, estaríamos ignorando as relações sociais que fogem a origem da elaboração da palavra. Os seres humanos existiram e mantiveram relações de mesma espécie antes mesmo que a palavra, o ato de dizer, o vocábulo e a sonoridade de qualquer fala pudessem expressar seu existir.

Ao considerarmos a cidadania como uma relação humana, podemos contemplá-la no decorrer da história da humanidade. Ser cidadão pode ser entendido, em simples concepção, como sendo o conjunto de direitos e deveres necessários para se viver em sociedade (do latim *societas*, cujo significado principal é relacionar-se amistosamente com outrem). Dessa maneira, mesmo que inconscientemente, sob essas condições, a cidadania sempre fez parte das relações humanas.

Nos primórdios, há mais de 2 milhões de anos, enquanto os seres humanos evoluíam na África, iniciava-se a Idade da Pedra (HARARI, 2019). Nesta época deu-se o processo de elaboração das primeiras ferramentas manuais. Os seres humanos já se mantinham em grupos (comunidades – características de diversas espécies de animais), cada grupo se baseava em uma ordem, fosse distribuída e determinada pela força dos que o compunham como representante principal, fosse pela ordem cronológica, em que os mais velhos seguiam compondo o topo de uma pirâmide hierárquica, fosse pela igualdade de seres, da mesma espécie, calcados na segurança igualitária.

Neste momento, a composição social se apresentava questionável e, dessa forma, conceituar cidadania se torna muito mais complexo do que parece ser. Considerando a história que se ensina nas escolas, poderíamos lembrar da relação entre a introdução do termo e a estruturação das *polis* (cidades-estados) na Grécia antiga. Nessa vertente, o termo cidadania estaria diretamente ligado com a vida sócio-política das sociedades gregas iniciais. Mas, as relações sociais prévias concebidas em direitos e deveres não eram elencadas anterior a esse tempo.

Independentemente de como cada indivíduo ou sociedade designa e nomeia a relação entre seres humanos que vivem em comunidade, ser cidadão e cidadania sempre existiram desde que existe no mundo relações sociais. A língua nomeia, declara, indica, e assim como os próprios seres humanos, ela foi se adaptando e evoluindo de acordo com o processo de interação entre os seres que compunham determinado grupo. E mesmo que o termo cidadania não fosse empregado, definido ou conceituado, a hierarquia existente entre os animais e a maneira como os grupos e/ou comunidades se comportavam, nos permitem dar um impulso importante para o entendimento de como se estruturou e em como tal termo pôde ser tão adaptativo.

O que pretendemos aqui, ao apresentar a ideia de cidadania previamente a sua conceituação, é compreender que, historicamente,

[...] torna-se imprescindível separar “as circunstâncias que foram, num certo momento, articuladas na linguagem” e aquelas outras “circunstâncias que não foram previamente articuladas na linguagem, mas que, com a ajuda de hipóteses e métodos, ele [o historiador] é capaz de extrair dos vestígios” (KOSELLECK, 1985, p. 267-268 *apud*. JASMIM, 2005).

Poderíamos nos ater em, – assim como a seleção natural e a adaptação das espécies pelas necessidades de sobrevivência, descrita por Charles Darwin (1809-1882) –, compreender como o conceito de cidadania, maleavelmente, se adaptou ao longo do desenvolvimento cronológico das sociedades. Gostaríamos de ressaltar uma importante época da história da evolução da humanidade engendrado neste cenário hierárquico de primatas que se tornaram as atuais sociedades, a Revolução Agrícola (HARARI, 2019).

A mais ou menos 10 mil anos, o *Homo sapiens*, deu início aos princípios de manipulação de plantas e de animais, dessa forma, os seres humanos deixaram a vida nômade e se fixaram em regiões específicas (HARARI, 2019). Já não era preciso procurar e caçar para se alimentar, a domesticação de animais e plantas havia sido iniciada. Assim, estavam fadados a construir uma relação diferente entre os membros que compunham o mesmo grupo, dividindo funções,

hierarquizando suas composições sociais, promovendo alterações no seu modo de pensar e, conseqüentemente, no seu corpo físico.

Este foi um rompimento no paradigma existencial do ser humano. De caçadores-coletores, a sociedade se tornava composta por “agropecuáristas”, na concepção mais simplista do termo. Com a adaptação a esse novo estilo de viver a estrutura física dos seres humanos, sua alimentação e todas as características relativas a forma de viver anterior fora se adaptando.

O ser humano, acostumado a caçar, com uma estrutura física feita para correr, subir em árvores e andar por quilômetros, passava por um processo de mudança não muito favorável (HARARI, 2019), como seu corpo não estava acostumado a uma rotina de rega da plantação, de carga e descarga de alimentos para seus animais domesticados, de estocagem de produtos, entre outros, esses esforços acarretaram sérios problemas físicos. “Estudos de esqueletos antigos indicam que a transição para a agricultura causou uma série de males, como deslocamento de disco, artrite e hérnia” (HARARI, 2019, p. 91).

Sua alimentação, domesticada, já não era tão diversificada como antes, reduziu-se a quantidade de vitaminas, proteínas e carboidratos consumidos antes deste período. E mesmo que as fontes de alimentos haviam se tornado mais abundantes quantitativamente, essa uniformização não foi de toda benéfica, em termos qualitativos (HARARI, 2019).

Toda essa estrutura elaborada para um determinado fim nos traz uma concepção de relação entre homens/cidadãos ou mesmo entre indivíduos/sociedade. Se mantivermos a concepção de cidadania simplista, como descrito neste capítulo, e analisando os seres humanos em evolução, mantendo seus grupos em comunidades estruturadas e distribuídas em funções, poderíamos compreender, um *existir* regido pelas necessidades, assim, uma definição de cidadania, pautada no fazer, no gerar, no produzir, no alimentar, na pura subsistência.

Mas conforme os mais diversos animais se desenvolvem pela contínua relação de adaptação e readaptação, as etiquetas sociais e os termos utilizados para designar e classificar a função de cada indivíduo na sua comunidade, bem como as relações sociais também se adaptaram. E a medida em que os *Homo sapiens* se distribuíram por todo planeta, cada grupo foi construindo diferentes formas de viver e ver o mundo. As características culturais, sociais e políticas se estabeleceram peculiarmente e particularmente em cada sociedade. A partir daí a cidadania ganhou diferentes significados.

Mas afinal, o que é cidadania? Entender este termo requer atributos mais elaborados que, simplesmente, a formação, por si, de cidadãos. Requer pensamento crítico, preocupação e

análise contextual. A simplificação do ser enquanto cidadão difere da sua formação em cidadania⁶, propriamente dita. Por assim dizer, cidadania:

[...] não é uma definição estanque, o que significa que seu sentido varia no tempo e no espaço. É muito diferente ser cidadão na Alemanha, nos Estados Unidos ou no Brasil (para não falar dos países em que a palavra é tabu), não apenas pelas regras que definem quem é ou não titular da cidadania (por direito territorial ou de sangue), mas também pelos direitos e deveres distintos que caracterizam o cidadão em cada um dos Estados-nacionais contemporâneos. Mesmo dentro de cada Estado-nacional o conceito e a prática da cidadania vêm se alterando ao longo dos últimos duzentos ou trezentos anos (PINSKY; PINSKY, 2003. p. 9).

Para discutir a responsabilidade do termo utilizado neste trabalho, apresentaremos dois importantes conceitos sobre a cidadania segundo Martins (2000): o conceito de cidadania atribuída ao sinônimo de conhecimento sob os direitos e deveres dos cidadãos (cidadania gnosiológica) e a cidadania que apresenta o indivíduo como mero consumidor dos serviços cedidos pelo Estado, cidadania com valor econômico⁷. Este último, como afirma Oliveira e Lima (2013, p. 89), “refere-se à sobreposição das questões econômicas em relação às demais facetas sociais”. Conforme afirma Martins (2000), é plausível tratar da cidadania nas mais variadas dimensões dentro desses dois conceitos, pois o reducionismo dos termos trabalhados individualmente acarreta problemas de utilização dos mesmos.

No Brasil, país cuja ideologia política é o capitalismo, o bi dimensionamento dado ao conceito de cidadania na visão de Martins (2000), deve ser superado e melhor definido. Dessa forma, o autor apresenta um conceito, a cidadania ético-político, caracterizada por ser “a cidadania enquanto participação e o cidadão como aquele que é capaz de, com sua ação consciente, forjar seu próprio destino histórico” (MARTINS, 2000, p. 10). Assim:

O cidadão, portanto, para além do cliente e do que é conhecedor de seus direitos e deveres, será aquele com um papel ético-político definido, qual seja o de superar a sua condição de indivíduo para se projetar na luta política, visando transformar as estruturas e superestruturas que produzem e reproduzem as desigualdades entre as classes sociais (MARTINS, 2000, p. 13-14).

Considerando os aspectos dos direitos e deveres civis, concordamos com Manzini-Covre (2010) de que a cidadania é o próprio direito à vida no sentido pleno, construído

⁶ Segundo Martins (2000, p. 2), deve-se atentar sobre o uso do termo cidadania, pois, quando se pretende analisar os sentidos impressos no uso da palavra cidadania, tem-se uma surpresa, uma vez que ela é utilizada em diferentes sentidos e até mesmo de forma contraditória, ou melhor, por sujeitos que têm opiniões diferentes sobre determinado assunto e, apesar disso, utilizam o mesmo termo para validar sua posição em contraposição às demais.

⁷ Ver artigo MARTINS, M. F. Uma “catarsis” no conceito de cidadania: do cidadão cliente à cidadania com valor ético-político. Revista de Ética. v. 2, n. 2, Campinas, SP, 2000.

coletivamente, com acesso a todos os níveis da existência, assumindo o papel do ser humano no universo em sua totalidade. Assim, o sujeito se torna agente de existência dos seus direitos e deveres.

Nesse sentido, é importante considerarmos três dimensões essenciais para a formação do cidadão por meio do Ensino de Ciências: *formação política* com possibilidades de intervenção (conhecimento é poder); *epistemológica* considerando o conhecimento científico como uma forma de pensar e estruturar a realidade e; *cognitivo-afetivo*, pois há grande potencialidade do pensamento científico em desenvolver as funções psicológicas superiores dos sujeitos.

Em uma sociedade composta por tantas pessoas que se inter-relacionam, os conhecimentos científicos não podem estar tão longe da realidade das pessoas. É importante que compreendamos a relevância das ciências estudadas nos âmbitos formais em ambientes não formais. Que consigamos, a partir do conhecimento científico adquirido, construir uma sociedade questionadora, crítica e ativa, lutando pelos seus direitos e assumindo as responsabilidades cabíveis nos seus deveres, em um processo constante de formação de cidadãos/cidadãs conscientes, livres e que lutam por uma sociedade cada vez mais justa.

1.3 Educação Científica para a Cidadania

Se levarmos em conta a importante função da educação como meio para a construção de cidadãos/cidadãs conscientes dos seus direitos e deveres, ela ganha um valor essencial na constituição de cada indivíduo. Segundo o art. 22 da Lei de Diretrizes e Bases (LDB 9.394/96), a Educação Básica⁸ tem por finalidade desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores.

Como sinaliza Santos (2011), educar para a cidadania diz respeito a uma educação para a tomada de decisão⁹, o que implica na necessidade de desenvolver a faculdade de julgar.

⁸ A Educação Básica o nível escolar de educação composto por educação infantil, ensino fundamental e ensino médio.

⁹ Compreendemos a tomada de decisão como sendo uma escolha racional entre diferentes alternativas, considerando as possíveis vantagens e desvantagens de suas decisões (KORTLAND, 1996). Portanto, uma das possibilidades de envolvimento dos estudantes em processos de tomada de decisão é incorporar às discussões e ações em sala de aula temas sociais vinculados aos conceitos científicos a serem estudados (FIRME, 2012).

Dessa maneira, não se pode restringir a função da educação básica (neste caso, o nível médio) apenas como base para o nível superior, nem tampouco a formação profissionalizante (SANTOS, 1992), para o mundo do trabalho. Esta formação educacional, contemporaneamente, deve ser atribuída, além das intencionalidades educativas, a formação para o exercício da cidadania.

A proposição e institucionalização da educação, nestes moldes, vai muito além das funções de elaboração conceitual e construção (apenas) do conhecimento científico. Da mesma forma, o EQ deve estar em consonância com a intencionalidade educativa, adquirindo papel não somente na construção do conhecimento científico, mas também, no posicionamento político-social por meio deste conhecimento.

Quando pensamos em sujeitos ativos e preocupados em transformar suas realidades, devemos levar em consideração a importância de um EQ voltado para essas configurações. O EQ atrelado a formação para a cidadania estrutura-se em uma rede interdependente da construção do conhecimento. Formar cidadãos críticos e preocupados com seus contextos sociais não pode se dar sem a formação científica aplicável a realidade. Não basta somente o conhecimento científico, nem tampouco saber apenas dos seus direitos e deveres.

Pensando um ensino que proporcione o diálogo entre diferentes conhecimentos e saberes, defendemos a reflexão como articuladora entre a AC e a FC. Há,

[...] a necessidade de continuar investindo esforços e ações em busca de mudanças nos currículos escolares, na perspectiva de produzir uma nova educação escolar, que seja socialmente relevante, no sentido de possibilitar o acesso aos conhecimentos escolares de modo a promover o desenvolvimento humano e social (ZANON; MALDANER, 2010, p. 108)

Diante da complexidade de questões que podem ser abarcadas acerca dos motivos que sinalizam o ensino nesta perspectiva, segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), uma justificativa do ensino de conteúdos referentes a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é o seu compromisso, dentre outros aspectos, não apenas com o desenvolvimento da capacidade de interpretar e entender o mundo (tecnológico, social e natural), mas por meio de suas contribuições teóricas e processuais transformá-lo, sendo o Ensino Médio a ampliação das potencialidades desenvolvidas pelos anos anteriores, aplicando modelos com maior nível de abstração e generalizando o conhecimento científico para contextos mais complexos (BRASIL, 2017).

Para isso, compreendemos haver uma contraposição aos fundamentos dos pensamentos obscurantistas em relação ao desenvolvimento da ciência e da educação escolar. Se, como no

exemplo da Escola Sem Partido (ESP), nos confrontamos com as limitações definidas desse ideário, a ESP propõe a derrocada da BNCC, e seu Plano de lei, além de subverter a BNCC, é inconstitucional.

Em nota à Câmara dos Deputados, o Ministério Público afirma ser inconstitucional o Projeto de Lei que defende a implementação das ideias da ESP “pois impede o pluralismo de ideias e de concepções pedagógicas, nega a liberdade de cátedra e a possibilidade ampla de aprendizagem [...] e contraria o princípio da laicidade do Estado” (DUPRAT, 2016, p. 2). E como afirma a procuradora Federal dos Direitos dos Cidadãos, no *site*¹⁰ Boletim de notícias do Consultor Jurídico (ConJur), Déborah Duprat,

Essa ordem de ideias não é fortuita. Ela se insere na virada paradigmática produzida pela Constituição de 1988, de que a atuação do Estado pauta-se por uma concepção plural da sociedade nacional. Apenas uma relação de igualdade permite a autonomia individual, e esta só é possível se fica assegurado a cada qual sustentar as suas muitas e diferentes concepções do sentido e da finalidade da vida (DUPRAT apud. CONJUR, 2016)

Refletindo sobre as diversas situações em que o Ensino de Ciências deve proporcionar aos estudantes, apontados pela BNCC (2017), podemos destacar: a definição, análise e levantamento de problemas, utilizar a comunicação para relatar, discutir, apontar e contrapor ideias, promover ações que intervenham na melhoria da vida social, etc., dessa maneira, “argumentamos em defesa de um EQ que [...] permita leituras de mundo enriquecidas por compreensões e ações transformadoras da realidade, numa perspectiva plural e emancipadora” (ZANON; MALDANER, 2010, p. 101-102).

Assim como as outras ciências, a Química constitui-se como construção humana e compõe-se de fatores sociais, culturais e econômicos (DEL PINO; FRIZON, 2011). Essa característica é passível de influências e constantes transformações. Em oposição aos outros animais, os homens, ao adquirirem consciência das atividades que executam no mundo, das transformações que podem proporcionar, “não somente vivem, mas existem, e sua existência é histórica” (FREIRE, 2016. p. 124). “Sua ingerência [...], não lhe permite ser um simples espectador, a quem não fosse lícito interferir sobre a realidade para modificá-la” (FREIRE, 1986. p. 41), e é através da apropriação das ciências para a existência que cada ser humano se transmuta da “expectação” para a “protagonização”, da reflexão para a práxis, cidadãos conscientes, questionadores, críticos e preocupados com o mundo.

¹⁰ Disponível em: < <https://www.conjur.com.br/2016-jul-22/mpf-afirma-projeto-escola-partido-inconstitucional> >

Convém compreender o objetivo fundamental, para a formação de cidadãos e cidadãs, estabelecido a partir dos condicionantes do EQ, segundo Santos e Schnetzler (1996). O EQ compreende a abordagem de informações químicas fundamentais que permitam ao estudante participar ativamente na sociedade, tomando decisões com consciência de suas consequências, ou seja, se tornem sujeitos ativos e participativos.

O posicionamento crítico existencial a partir da formação da cidadania considera que cada indivíduo seja capaz de se engajar no mundo social e racionalizar tentativas de transformar sua realidade e a do coletivo. Aliar conhecimento científico e contexto social se converte na ação de subsidiar cidadãos, por meio de uma base científica, para que possam tomar decisões frente a problemas existentes, resultando na materialização do conhecimento em ação. Assim, o EQ para a cidadania diz respeito a construção de cidadãos/cidadãs capazes de fazer julgamentos críticos e políticos (DEL PINO; FRIZON, 2011), cabendo as ciências fomentar a compreensão necessária para entender o mundo e os fenômenos que nele ocorrem.

Do individual para o coletivo, todas as transformações que partem do científico para o social, dizem respeito a extrapolação de ideias e generalização de teorias. Para que isso aconteça, alguns aspectos devem ser levados em consideração: os conteúdos científicos específicos e o domínio sobre eles. Dessa maneira, há uma necessidade de inserção de conceitos químicos fundamentais para que se possa alcançar esse objetivo. Também, ter propriedade do que se ensina é fundamental. O professor deve dominar o conteúdo químico, pois só dessa forma ele conseguirá identificar a relevância que cada conceito científico tem e em como contextualizar os conceitos dentro da realidade de seus alunos (SANTOS; SCHNETZLER, 1996).

A educação escolar para a cidadania, por meio do processo dialógico, crítico e racionalizado requer um rompimento dos paradigmas institucionais calcados no tradicionalismo e nos métodos “maçantes” de ensino. Assim, a proposição da educação nessa perspectiva requer repensar os métodos de ensino, a utilização dos materiais didáticos e a relação professor-estudante. A liberdade de pensar, criticar, levantar hipóteses é imprescindível nessa formação.

Porém, esta libertação é uma tarefa árdua, pois dar oportunidade para que cada indivíduo questione o seu existir requer tempo e preparo. O professor precisa trazer problemas e estimular o debate sobre diferentes tipos de soluções (SANTOS, 2011), precisa ouvir os anseios de seus estudantes, precisa duvidar do óbvio, questionar, apontar direções e caminhos, libertar-se do “engessamento” educacional.

Essa libertação, estabelecida numa intensa relação de diálogo, se caracteriza com a proposição de democracia nas sociedades (livres), logo, o que propomos é a liberdade de cada indivíduo agir e fazer escolhas que melhor se adequam a realidade deles e dos outros de seu convívio. Ou seja, a medida em que um sujeito se torna livre, compreende o conhecimento científico, questiona o mundo do qual faz parte e se posiciona, ele consegue fazer escolhas melhores e mais racionais para si e para aqueles que fazem parte da sua realidade, isto quando o direito de escolha é concedido.

Conforme toma consciência da sua *liberdade* aumenta-se sua postura *democrática* e, dessa forma, também aumenta sua consciência cidadã. Democracia e cidadania, existem somente em um contexto de liberdade. Só se posiciona e assume discursos e toma-se decisões quando reconhecemos nosso papel na sociedade, quando a liberdade de escolha/decisão é garantida.

Cabe ao Ensino de Ciências/Química contribuir com a formação da consciência e da cidadania, para que seres humanos consigam se engajar no mundo com discernimento, comprometimento e posicionamentos racionalizados. Trabalhar com o conhecimento científico em uma perspectiva de construção social, por/para uma sociedade mais justa, mais preocupada com as relações socioambientais e sociopolíticas é imperativo. O tópico seguinte apresentará a questão da Alfabetização Científica como necessidade urgente, apresentando aspectos que justifiquem a proposta de educação científica para todos apontando para argumentos que respaldem tal necessidade.

1.4 A alfabetização científica para todos na perspectiva da formação de cidadãos

Inicialmente, falamos sobre como o cenário atual requer dos seres humanos um posicionamento crítico-social e do papel central da educação no processo de formação humana. Assumimos que a formação para a cidadania, assim como o ato de educar, precisa contribuir com a formação de seres humanos livres para atuar na sociedade de forma emancipatória. Neste ponto, aprofundaremos a discussão sobre o EQ e a Alfabetização Científica, como fundamentais para a formação humana e construção de uma sociedade mais justa.

Ao apontarmos a necessidade de se alfabetizar cientificamente os seres humanos, estamos indicando que existam pessoas analfabetas cientificamente. Se assumirmos que as

ciências possuem uma linguagem própria e necessária, e considerarmos que analfabetos cientificamente são aquelas pessoas incapazes de ler a linguagem do universo (CHASSOT, 2003) presumimos que para se alfabetizar cientificamente deve-se aprender a ler a linguagem do mundo através da linguagem própria das ciências. E como falamos de liberdade, de seres humanos livres, que se estabelecem por meio de uma mútua relação de troca, no caso das salas de aula, entre professores e estudantes, concordamos com Chassot (2018) ao afirmar que

[Estudantes] já não são mais tratados como vazios de ideias quando iniciam os seus estudos de Ciências, mas são considerados aqueles conhecimentos que eles já detêm. Pode-se afirmar que não são analfabetos científicos, pois já chegam às aulas de Química com ideias sobre vários fenômenos e conceitos químicos que muitas vezes, são diferentes das que lhes serão ensinadas (CHASSOT, 2018, p. 86).

Logo, a partir do momento em que o Ensino de Ciências/Química é estabelecido por meio do diálogo e reconhecimento de saberes primeiros, trata-se de um ensino para a libertação e assim, entendemos que os estudantes não são analfabetos cientificamente, mas sim possuem uma visão cotidiana dos fenômenos identificáveis. “Não compreendem, cientificamente, os fenômenos naturais, mas carregam consigo experiências vivenciais que explicam as transformações naturais ‘a sua maneira’” (CHASSOT, 2018, p. 86).

Poderia ser considerando (an)alfabetizado cientificamente quem não soubesse explicar situações triviais de nosso cotidiano? Por exemplo: “o fato de o leite derramar ao ferver e a água não; por que o sabão remove a sujeira ou por que este não faz espuma em água salobra [...]” (CHASSOT, 2018, p. 86). Situações corriqueiras, tais como utilizar o sabão ou ferver o leite não requerem a apropriação do conhecimento científico, sendo esta a justificativa das pessoas não ligadas a ciência como argumento da (não) necessidade em conhecer métodos, conceitos, definições e explicações científicas dos fenômenos, causando assim questionamentos a respeito da importância das ciências e dos seus processos (CHASSOT, 2018).

Dado a relevância da Ciência/Química, voltemos às questões pertinentes: para que o Ensino de Química é importante? É importante para todas as pessoas? E os conteúdos, são necessários em sua totalidade? Convém discutir essa importância sobre a ótica do que foi apresentado anteriormente (educação do *ser* liberto). O conhecimento científico para a liberdade se estrutura na não negligência da opinião dos estudantes a respeito do que lhes é ensinado sobre o mundo. Pressupomos que “apenas mediante a participação ativa dos alunos/as numa comunidade democrática de aprendizagem, envolvendo-se reflexivamente na determinação da vida social e acadêmica da escola e da aula [...]” (PÉREZ GÓMEZ, 2007, p. 97) a liberdade possa ser alcançada. O professor e os estudantes, em constante diálogo,

estreitarão as relações do conhecimento químico com o cotidiano, promovendo “um modo de pensar químico que lhes permitirá entender como o conhecimento químico funciona no mundo” (SCHNETZLER, 2010, p. 66)

Assim, mais pertinente para demarcar os estudos desse campo, considerar a utilidade do EQ se torna uma importante ferramenta para a compreensão do porquê este ensino é relevante para o desenvolvimento da cidadania. Para isso, cabe considerar que

Isso implica criar uma nova organização do currículo, que permita entendimentos orgânicos de objetos em situações complexas, mediante sistemas de relações dinâmicas e plurais entre conhecimentos especializados. Não mais cerceada a conhecimentos segmentados e dicotômicos sobre a realidade, essa nova organização curricular acena para a promoção de um desenvolvimento humano e social mais pleno (ZANON; MALDANER, 2010, p. 127).

A compreensão de utilidade destacada por Chassot (2018), para o EQ se engendra na qualidade de importância dada a Química. Segundo o autor,

É muito comum considerar o *útil* como um *valor* e diferenciá-lo, então de outros valores, como de *agradável*, de *belo*, etc. Os autores que estabelecem uma hierarquia de valores costumam colocar o útil ou em uma escala ínfima ou em uma escolar inferior. Deve-se ter em conta, todavia, que mesmo no caso de se considerar útil como um valor, ele não ocorre necessariamente separado de outros valores. Enquanto “serve para algo”, o útil pode servir para fomentar valores considerados *superiores*. Assim pode-se considerar o útil como um valor puramente instrumental, que seria *fim* para o qual o *útil* seria um *meio*. É nessa direção que falo em *utilidade* para o Ensino de Química (CHASSOT, 2018, p. 97).

Quando indicamos uma utilidade ao ensino, inversamente compreendemos haver uma inutilidade do EQ e das disciplinas relacionadas a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, e por assim haver, ouve-se muito das pessoas que, ao longo de sua trajetória acadêmica perpassaram por este ensino de conhecimentos científicos que: “não uso nada daquilo, pois não utilizo nas minhas atividades profissionais, ou mesmo, não me lembro de nada que estudei” (CHASSOT, 2018, p. 109).

Chassot (2018), ainda pensando sobre essa inutilidade, cita uma frase lida em um cartaz, a qual diz: “Se a Educação que os ricos inventaram ajudasse o povo de verdade, os ricos não davam dessa Educação para a gente” (CHASSOT, 2018, p. 109). Logo, é errôneo pensar em um EQ, ou qualquer seja a ciência, que se desenrole para a formação da cidadania se ela não pode ser percebida na vida dos seres humanos, se ela é feita para alguns, com propósitos específicos, e para outros com propósitos diferentes dos anteriores.

Cabe acentuar que aspectos do tipo “útil” ou mesmo “inútil” são propostos para formação crítica de cidadãos e cidadãs conscientes e transformadores da sua realidade. Assim,

a utilidade, e seu antônimo, devem ser concebidos considerando os contextos nos quais se engendram, logo, a Química e seu ensino adquirem caráter de utilidade à medida em que compreendem os conceitos pré-estabelecidos por quem estuda e seus conhecimentos sócio e culturalmente construídos ao longo do desenvolvimento do ser humano.

Conforme apresenta Santos (1992), o EQ para a formação da cidadania deve estar centrado em dois componentes básicos:

A informação química e o contexto social, pois para o cidadão participar da sociedade ele precisa não só compreender a Química, mas a sociedade em que está inserido. É da inter-relação entre esses dois aspectos que se vai propiciar ao indivíduo condições para o desenvolvimento da capacidade de participação, que lhe confere o caráter de cidadão (SANTOS, 1992, p. 166, grifo nosso).

Relacionando a finalidade do EQ às necessidades previamente estabelecidas, de se alfabetizar cientificamente, o que pretendemos com a AC não é transpor o conhecimento do senso comum para o conhecimento científico, mas sendo o senso comum diferente do conhecimento científico, em graus de sistematização e exigências de justificação e autocrítica, a ciência carrega consigo o potencial de oferecer uma contribuição efetiva para a melhoria da qualidade de vida das pessoas (RIBEIRO JÚNIOR, 2013), e é por isso que conhecer o contexto social é tão importante quanto as informações químicas.

Com vistas a utilidade do EQ, é importante pensar que:

Existem questões para as quais o conhecimento científico pode oferecer as melhores respostas, e se consideramos que algumas dessas questões são relevantes para as pessoas tomadas como cidadãs, então a ciência que produz essas respostas pode e deve ser estudada, as formas de investigação e os padrões de justificação a que são submetidas também, conjuntamente com os processos de sobrevalorização da ciência que configuram o cientificismo, somados aos problemas que não consegue resolver e – Por que não? – aqueles que causa (RIBEIRO JÚNIOR, 2013, p. 22).

Ainda, se o EQ possui uma utilidade e este se estabelece nas relações sociais e de formação da cidadania, “[...] deve-se ressaltar que o trabalho docente precisa ser direcionado para sua apropriação crítica pelos alunos, de modo que efetivamente se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como cultura” (DELIZOICOV, *et al.* 2018, p. 26).

Pois,

[...] é fundamental que se promova uma educação científica básica de toda a população, entendendo a cultura científica por ela “transmitida” como um direito social. Com efeito, uma vez mais as perguntas sobre por que, o que e como promover a cultura científica como um direito de todos devem ser retomadas e respondidas em detalhe (RIBEIRO JÚNIOR, 2013, p. 22).

A formação social, atribuída à educação científica, requer uma atenção referente ao estudo da forma como alcançar a alfabetização científica. Assim, a adaptação curricular para tornar o ensino útil deve ser incorporada aos objetivos básicos de compreender as ciências e suas influências, bem como, a realidade dos seres humanos.

Em uma publicação na revista *Opinion*, Jon D. Miller, diretor do Centro Internacional para Avanço da Alfabetização Científica na Universidade de Michigan, nos Estados Unidos, publicou uma nota em que apresenta:

No cerne de seu significado, a alfabetização biológica se refere à capacidade de compreender os conceitos básicos das ciências da vida, como a natureza de uma célula, a função do DNA e o desenvolvimento de vida ao longo de bilhões de anos através da seleção natural. Indivíduos que entenderem essas construções básicas terão a capacidade de analisar argumentos sobre as promessas e riscos de vários tipos de manipulações genéticas e os resultados potenciais da pesquisa com células-tronco embrionárias - junto com centenas de intervenções médicas controversas similares que irão, sem dúvida, surgir no século XXI. Esse entendimento necessário pode não aumentar o grau de conhecimento científico necessário para o trabalho de bancada, mas ainda deve atingir um nível em que o indivíduo possa compreender plenamente o significado de uma notícia biomédica no *New York Times Science* nos EUA, *Science & Vie* na França ou publicações semelhantes em outros lugares (MILLER, 2011, p. 21, tradução nossa).

Assim, estendemos a significação dada a alfabetização biológica na mesma direção em que propomos a alfabetização científica tendo as ciências, no geral, como foco, pois, o que queremos desenvolver é a capacidade de discernir, criticar, discutir acerca de apontamentos científicos em termos básicos. É poder, a partir desse conhecimento, compreender como, para quê e o porquê somos submetidas às determinações científicas nos meios sociais e ter a possibilidade de argumentar contra, ou mesmo a favor, dessas determinações, defendendo seus pontos de vistas e seus direitos enquanto seres humanos em sociedade.

A necessidade emergente de alfabetizar seres humanos cientificamente nos remete a fatores de dúvida e questionamento, críticas e apontamentos. O Ensino de Ciências deve ser estruturado a partir do pressuposto de educação para todos – como visto anteriormente, mas é necessário alfabetizar a todos cientificamente? Apresentaremos aqui duas concepções acerca da alfabetização científica e o movimento “ciências para todos” baseadas na opinião de Fensham (2002), citado por Cachapuz et al. (2011) em seu livro “*A necessária renovação do Ensino das Ciências*”: a tese pragmática e a tese democrática.

A tese pragmática defende que conforme a sociedade se desenvolve em uma intensa relação entre o social-científico-tecnológico, faz-se necessário o conhecimento científico para que os seres humanos consigam melhor se desenvolver nesse contexto, ou seja, o cidadão como consumidor responsável dos produtos tecnológicos. A segunda, a tese democrática, defende que

o conhecimento científico deve ser estabelecido para que os cidadãos e cidadãs consigam participar das discussões e decisões científicas e tecnológicas aplicadas ao âmbito social.

Levando em conta a nossa preocupação com a formação social e cidadã, a tese democrática melhor se adapta a nossa justificativa de uma educação científica para todos, pois é para a real atuação social, para a criticidade e para assumir as melhores decisões que o EQ deve ser promovido. Assim, deve proporcionar aos estudantes a capacidade de compreender a realidade em que estão inseridos e então modificá-la na busca por transformações (CHASSOT, 2018). Como afirma Aikenhead (1985):

Podemos apreciar, pois, uma convergência básica dos diferentes autores na necessidade de ir mais além da habitual transmissão de conhecimentos científicos, de incluir uma aproximação à natureza da ciência e à prática científica e, sobretudo, de enfatizar as relações ciência-tecnologia-sociedade-ambiente, de modo a favorecer a participação dos cidadãos na tomada fundamentada de decisões. (AIKENHEAD, 1985 in CACHAPUZ et. al. 2005, p. 23).

Como afirma Saviani (2012), cada professor, de diferentes e específicas disciplinas, em vista a democratização da sociedade brasileira tem alguma contribuição a dar. Segundo o autor,

Tal contribuição consubstancia-se na instrumentalização, isto é, nas ferramentas de caráter histórico, matemático, científico, literário, etc., cuja apropriação o professor seja capaz de garantir aos alunos. Ora, em meu modo de entender, tal contribuição será tanto mais eficaz quanto mais o professor for capaz de compreender os vínculos da sua prática com a prática social global (SAVIANI, 2012, p. 80).

Deste modo, pensamos ser possível alterar, em termos qualitativos, a prática dos estudantes como agentes sociais em decorrência da problematização da prática social (SAVIANI, 2012). Pois, mesmo que diversos autores já tenham discorrido sobre possíveis conteúdos “necessários” para o EQ, ou melhor dizendo, sobre as possíveis contribuições pedagógicas que cada professor de cada disciplina possa propiciar para a vida dos estudantes, (MALDANER, 2000; MALDANER, 2007; SANTOS, MALDANER, 2007; MORTIMER et al, 2000; ZANON, MALDANER, 2010; CHASSOT, 2018), o “currículo básico” pode e deve elencar aspectos contextuais de onde a escola está inserida, propondo discussões e apontamentos sobre os problemas que permeiam o cotidiano social e escolar e, também, pensando possíveis soluções e possibilidades de mudança e melhoria.

O que pretendemos ao explicitar o reconhecimento do contexto sócio-histórico-cultural para um ensino com intuito de FC e AC é apontar para a proposição de conteúdos pensados a partir da realidade dos estudantes, escolhendo (ou deixando os alunos escolherem) temas que são de interesse da comunidade (CHASSOT, 2018). Além disso, os conteúdos “podem/devem

ser enriquecidos com aulas experimentais, mesmo que algumas delas por dificuldades de aparelhagem ou excessivo número de alunos, se resumam em atividades de cátedra” (CHASSOT, 2018, p. 175).

A utilização do conceito de calor e frio, da utilização de roupas que “aquecem”, do “acende e apaga a luz”, por exemplo, podem servir para explicar fenômenos relacionados ao *fluxo energético, energia, temperatura e alguns conceitos básicos* em anos iniciais no decorrer da escolaridade, entretanto, o aprofundamento sobre o conceito de energia requer melhores explicações quando seus estudos são avançados para o campo da físico-química, quando falamos de *resistência, circuitos energéticos, trabalho*, suas contribuições para a *teoria eletromagnética* e a física contemporânea.

A abordagem em diferentes níveis de complexidade é importante por várias razões, entre elas: a) se articula bem com uma concepção de aprendizagem em que essa é vista como sempre parcial; b) requer a escolha dos conteúdos sem perder de vista às finalidades pretendidas por cada nível e modalidade de educação, das possibilidades de cada estudante ou comunidade de aprendizagem, o que segundo Vigotski (2001), representa atenção à zona de desenvolvimento proximal; c) se opõe a um tratamento linear dos conceitos ou temas, pois estes sempre podem reaparecer, segundo a necessidade, com maior ou menor grau de profundidade. Podemos descrever o deslocamento de significados produzido pelo grupo em termos da ordenação dos conteúdos da seguinte forma: a linha reta sai de cena como imagem para a perspectiva de trabalho pedagógico entrando em seu lugar um espiral (RIBEIRO JÚNIOR, 2013, p. 107).

Com base nesta concepção, o currículo deve ser estabelecido de forma maleável, adaptando-se ao contexto escolar. A formação do currículo não pode/deve ser linear, e, também, não pode/deve ser composta de sequências “obrigatórias” conteudistas. O que assumimos aqui é um papel transformador e adaptável de um currículo que se organiza a medida da necessidade de cada nível educacional e que se adequa “maleavelmente” a cada contexto social. Assim, na utilização de um guia didático para a discussão de um determinado assunto, é necessário adaptá-lo considerando o meio em que será implementado.

Certamente que um aspecto fundante na proposição de conhecimentos específicos para determinado conteúdo é que os saberes cotidianos, ou seja, o conhecimento do dia a dia, não podem ser considerados triviais ao ser elencado em sala de aula, assim como, o conhecimento científico não se sobressai a ele. “Nenhum tipo de conhecimento transcende nossas limitações humanas, saltando da esfera do contingente e condicional para a do necessário e incondicional [...], pois, como nenhum conhecimento consegue apreender a ‘natureza ou essência das coisas’, eles são equivalentes, nesse sentido específico” (RIBEIRO JÚNIOR, 2013, p. 21). Entretanto, alguns conhecimentos são melhores explicadores da realidade que outros, de acordo com as

questões postas, demandando um caráter de utilidade de acordo com o momento oportuno de suas explicações.

A construção/adaptação curricular é uma questão complexa, os apontamentos sobre os possíveis conteúdos científicos nos servem para direcionar a resposta de *para que* existe o EQ? Qual sua finalidade? Qual a sua intencionalidade? Pois, o que importa aqui é vincar uma outra filosofia de trabalho em que se redefinem prioridades e suas consequências em relação à configuração da Educação em Ciência (CACHAPUZ *et al.*, 2004) e é analisando os argumentos que atuam em defesa da educação científica que responderemos essas, tão importantes, questões.

Promovida por Millar (2003), sintetizada a partir das ideias de Milner, uma série composta por argumentos que justificam e defendem a alfabetização científica dos seres humanos foram usados pelo autor para desenvolver critérios de decisões sobre a promoção do currículo de ciências. O autor elaborou cinco categorias de argumentos: o econômico, da utilidade, democrático, social e cultural. Ainda, considerando que a ciência é a principal aquisição de nossa cultura e, portanto, que todos os jovens devam ser ajudados a compreendê-la e apreciá-la (MILLAR, 2003, p. 154), as categorias de argumentos cultural e social se agrupam como sendo uma, pois, como apresenta o autor, “o argumento social está fortemente relacionado ao cultural”.

Dando continuidade à série de argumentos elaborados em defesa da Educação científica, Ribeiro Júnior (2013) acrescenta uma outra categoria: a histórica. Segundo o autor,

Aprender ciências já foi objeto explícito de diferenciação de classes sociais, e defendemos seu ensino a todos hoje como representa a tentativa de levar também às classes populares da sociedade a se apropriar da ciência enquanto conhecimento sistematizado, com potencial para enfraquecer as relações de dominação presentes em nossa sociedade (RIBEIRO JÚNIOR, 2013, p. 27).

Assim, transcendendo as concepções argumentativas de Millar (2003), Ribeiro Júnior (2013) considera que as relações sociais, lutas de classes, superação da dominação, entre outras, são aspectos fundamentais da construção cultural, logo, existencial, elaborada, *histórica*. Ou seja, o EQ pode ser utilizado com o objetivo de romper ou promover, manter ou ampliar processos de dominação ou subordinação social (GODSON, 1995, *apud*. RIBEIRO JÚNIOR, 2013, p. 37).

Considerando o contexto histórico atual, acrescentamos uma sexta categoria: o **anti-obscurantista**. Essa designação foi estabelecida no que tange o desenvolvimento científico e as contraditórias ideias que apontam e discutem contrariamente ao progresso e ao que já,

historicamente, havia sido concebido, o que não quer dizer que o conhecimento científico seja imutável, pelo contrário. A proposição anti-obscurantista aponta para uma constante crítica a ciência existente, no entanto, defende o desenvolvimento das ciências e a história da ciência como um importante legado das sociedades.

No Quadro 1 apresentamos um resumo da concepção estabelecida por Millar (2003), em consonância com a estruturação dos argumentos apontados por Milner, que defende a educação científica para todos os seres humanos, acrescido da categoria *Histórica* estruturada por Ribeiro Júnior (2013).

Quadro 1. Argumentação em defesa da Alfabetização Científica.

Argumentos	Apresentação das Categorias de Argumentos
Econômico	Diz respeito ao desenvolvimento econômico por meio de uma educação científica que fomente a formação necessária para a geração de valores e riquezas através do qual considera que o avanço científico e tecnológico pode ser provido sob a ótica da formação para a produção.
Utilidade	Como um dos aspectos discutidos por Chassot (2018) anteriormente, o aspecto da utilidade apresenta o <i>ser útil</i> a partir das suas finais intencionalidades, neste caso, a aplicabilidade. Este argumento se sustenta, principalmente, no que confere ao posicionamento das práxis na tomada, consciente, de decisões. Do ponto de vista prático, a AC deveria tratar de temas como: “alimentação, higiene, avaliação de propagandas, questões relacionadas ao consumo, etc.” (RIBEIRO JÚNIOR, 2013, p. 27).
Democrático	Quando discutimos sobre uma educação científica para todos, este argumento apresenta, principalmente, o direito que temos de nos posicionarmos nas relações que conferem as possíveis influências da ciência e da tecnologia nas nossas sociedades. Dando respaldo aos seres humanos para que consigam se engajar nas decisões relativas ao seu contexto.
Cultural e Social	Justificado anteriormente, como a principal aquisição cultural do ser humano, as ciências são necessárias para que se possa compreender e apreciar o mundo vívido.

Históricos	Desenvolvida por Ribeiro Júnior (2013), apresenta que como nossa sociedade viveu/vive uma constante disputa de sobrevivência entre diferentes classes sociais, a educação científica auxilia na promoção do conhecimento para que se enfraqueça as relações de dominação historicamente construída e estabelecida em nossa sociedade.
-------------------	---

Fonte: adaptado de Ribeiro Júnior (2013)

Um currículo para o EQ deve privilegiar a construção do conhecimento científico da mesma forma em que considera o desenvolvimento sócio-histórico-cultural da sociedade. Para que seja possível pensar na mudança curricular que abarque essas duas fundamentais questões, Millar (2003) sugere que

Primeiro, precisamos decidir por que queremos ensinar ciências para todos os jovens; a partir disso talvez possamos trabalhar o que queremos ensinar-lhes. Então a pesquisa, intimamente unida ao desenvolvimento e avaliação de abordagens e materiais didáticos, poderá, talvez, nos ajudar a descobrir como ensinar melhor essas ideias. Isso, penso eu, é o projeto no qual a comunidade de ensino de ciências precisa se engajar agora, como assunto de alguma urgência (MILLAR, 2003, p. 164).

As concepções anticientíficas (terraplana, movimento antivacina, etc.) que tentam se sobressair aos diversos estudos já estabelecidos e cientificamente provados, assim como tantos outros movimentos obscurantistas que confrontam a ciência mesmo depois de ter custado a vida de alguns – Galileu Galilei (1564-1642), por exemplo, que foi morto por superar as visões dogmáticas da época defendendo o desenvolvimento da ciência – tem como centralidade o combate à razão, à ciência e às diversas formas de apreensão crítica da realidade que levam necessariamente a ações democráticas e emancipatórias (COSTA *et al.*, 2019). Estes movimentos, de fato, desprezam a verdade:

[...] ao mesmo tempo que a contradição entre o desenvolvimento das forças produtivas (capacidades e potências humanas) e as relações de produção capitalistas chega ao paroxismo. Cada vez mais utiliza-se como recurso o pensamento mítico, que procura explicar o mundo por meio de um apelo a uma realidade extramundana inexplicável (COSTA *et al.*, 2019, p. 146).

É com a intenção de não se submeter aos dogmas e domínios daqueles que acreditam estar acima de todo estudo histórico-científico, culturalmente construído, que explica (ou tenta) a realidade e propõe melhorias para a sociedade em desenvolvimento, que surgiu a proposição do argumento, *anti-obscurantista*. Pois, se com intuito do trabalho, queremos desenvolver ciência e propor que todos possam compreender seu desenvolvimento, suas reais influências,

estar aptos a criticar, racionalizar e discutir sobre o modo como esta contribui (ou não) para o desenvolvimento sócio-histórico-cultural e para o meio ambiente, é necessário que a Educação Científica seja o recurso “norteador” para a formação desses cidadãos e cidadãs que fazem parte do mundo vívido.

Assim sendo, o que propomos com o alfabetizar cientificamente é [...] “tornar o ensino menos asséptico, menos dogmático, menos abstrato, menos a-histórico e menos “ferreteador” na avaliação” (CHASSOT, 2018, p. 123), tão logo, “pretendemos reverter esses aspectos como instrumento de poder para podermos construir uma educação que busque cada vez mais a construção de uma cidadania crítica” (CHASSOT, 2018, p. 124) e que atenda a todos, logo, que não selecione ou exclua uns ou outros de serem alfabetizados cientificamente.

1.5 Inclusão-excludente: pensando as dificuldades na aprendizagem da Química à luz da Alfabetização Científica para todos

A partir das discussões realizadas, fica claro a necessidade do Ensino de Ciências/Química na educação escolar. Nesse sentido, um ponto essencial deve ser discutido: o processo de ensino e aprendizagem¹¹ dos conceitos. Por que muitas vezes é tão difícil aprender Ciências/Química? Gostaríamos de dar introdução às discussões com a citação de um artigo de Pozo (2007, p. 34), cujo título é: *A sociedade da aprendizagem e o desafio de converter informação em conhecimento*, em que afirma que: “Vivemos em uma sociedade da aprendizagem, na qual aprender constitui uma exigência social crescente que conduz a um paradoxo: cada vez se aprende mais e cada vez se fracassa mais na tentativa de aprender”, assim, como proposta de investigação, pensando as dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem de química, nos debruçaremos na questão das dificuldades do EQ para a AC.

Iniciaremos este tópico apresentando alguns dados de um quadro proposto por Pozo e Gómez Crespo (2009) para delinear aspectos relacionados aos motivos pelos quais os estudantes não aprendem ciências, apontando para as dificuldades encontradas na compreensão de alguns conceitos da área de Ciências da Natureza. Trataremos de especificar, neste caso, apenas, os argumentos que justifiquem essas dificuldades em relação ao Ensino de Química:

¹¹ Utilizamos o ensino e aprendizagem ao invés de ensino-aprendizagem pois,

O modelo corpuscular da matéria é muito pouco utilizado para explicar suas propriedades e, quando se utiliza, são atribuídas às partículas, propriedades do mundo macroscópico.

Em muitas ocasiões não se diferencia mudança física de mudança química e podem aparecer interpretações do processo de dissolução em termos de reações, e estas podem ser interpretadas como se fossem uma dissolução ou uma mudança de estado (GÓMES CRESPO, 1996, apud POZO E GOMÉZ CRESPO, 2009, p. 16)

Ainda, segundo afirma os autores, existem algumas dificuldades que se apresentam como sendo as mais comuns relacionados ao processo de ensino-aprendizado de Química e que estão apresentados no quadro a seguir (Quadro 02).

Quadro 2. Dificuldades no processo de Ensino e Aprendizagem de Química.

<p>Algumas dificuldades mais comuns</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conceção estática e contínua da matéria; • Diferenciação de mudança de estado físico e químico; • Relação microscópica e macroscópica; • Conceitos fundamentais. Ex. elementos, substâncias; • Compreensão e utilização do conceito de quantidade de substância; • Relacionamento entre quantidade de massas, de substância, número de átomos, etc.; • Interpretação do significado de uma equação química ajustada;
---	--

Fonte: Adaptado de Pozo; Gómez Crespo (2009, p. 141)

Levando em consideração que os problemas e as dificuldades relacionadas aos conhecimentos químicos e sua relação com a aprendizagem dos estudantes podem ser mais extensos e quantitativamente superiores, nos ateremos em compreender que grande parte dos problemas relacionados ao ensino e aprendizagem da Química está direcionada na forma com que os estudantes organizam seus conhecimentos a partir dos seus saberes do cotidiano.

Sendo a alfabetização científica um contínuo processo de construção de conceitos científicos necessários para que cada indivíduo consiga, através do bom uso das ciências, se engajar no mundo natural, as justificativas citadas acima, propõe uma mudança conceitual na aprendizagem das ciências/Química,

Compreender Química envolve uma mudança na lógica a partir da qual o estudante organiza suas teorias (mudança epistemológica), a partir da mudança no conjunto de objetos assumidos na sua própria teoria (mudança ontológica), interpretando os aspectos inicial e final para a mudança dos conceitos envolvidos.

[...] é necessário compreender a conservação de propriedades não observáveis da matéria e concebê-la como um complexo sistema em equilíbrio. E, frente a uma visão qualitativa do mundo, tal como tendemos a fazer em nossa vida cotidiana, compreender a química implica a utilização de esquemas de quantificação mais ou menos complexos (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009, p. 144).

Tratando de considerar o problema da conceitualização como ponto de partida para a discussão de uma das causas da inclusão-excludente e à qual indicaremos como fator preponderante para a dificuldade de aprendizagem de ciências dada as dificuldades indicadas a seguir, Pozo e Gómez Crespo (2009) propõem três principais tipos de conteúdos conceituais partindo de uma distinção já estabelecida nos currículos (COLL, 1986 *apud.* POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009): *os fatos* ou *dados*, promovidos pela interação entre o cotidiano com os objetos e fatos neles pertencentes, que são necessários para aprendizagem das ciências (por exemplo: a teoria da evolução de Darwin, a representação simbólica do oxigênio, a água evapora, o gelo derrete, etc.); *os conceitos*, que subsidiam a compreensão de dados dentro de uma rede de significados, explicando por que ocorrem certos fatos e suas consequências; e “*os princípios*, que seriam conceitos muito gerais, com um grande nível de abstração, que, geralmente são subjacentes à organização conceitual de uma área” (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009, p. 79). Na opinião do autor,

[...] a seleção de conteúdos factuais deve estar subordinada à compreensão e ao uso funcional dos conhecimentos, e nunca constituir um fim em si. Essa funcionalidade é determinada, em muitos casos, pelo grau em que facilitam a posterior compreensão dos conceitos. Mas, às vezes, também o ensino factual de informação verbal está justificado, mesmo que não se apoie na compreensão. Por exemplo, seria insensato supor que somente os alunos que compreenderem adequadamente o funcionamento do sistema imunológico deveriam aprender as condutas que previnem o contágio da AIDS. Ou que apenas aqueles que entendem a balbúrdia química do efeito estufa devem aprender quais hábitos e condutas podem ajudar a contê-lo (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009, p. 81).

Assim como apresenta Mortimer (1996, p. 24), muitas dificuldades no processo de aprendizagem “estão relacionadas à construção de totalidades, com forte poder de explicação, que podem ser generalizadas a um grande número de fenômenos”, ou seja, considera-se em grande parte muitos dados para análise e permanece-se no “mundo” dos esquemas e fatos desvinculados dos conceitos e princípios.

Em função disso, o aluno não tenta generalizar essas explicações a fenômenos diversos, pois não as reconhece como gerais e sim como mais um esquema localizado. Essas dificuldades estão relacionadas às diferenças entre uma teoria científica, geral e independente do contexto e os esquemas e subsistemas cotidianos, nem sempre gerais e muitas vezes dependentes do contexto (MORTIMER, 1996, p. 25).

Isso acontece porque percebe-se “que muitos estudantes, embora saibam conceituar cientificamente, quando colocados sob uma situação-problema, demonstram que não compreenderam, de fato, o que lhes foi ensinado” (CASTRO; FERREIRA, 2015, p. 28), essas dificuldades são acarretadas pela não internalização do conhecimento científico, dessa forma, excluindo cidadãos, por meio das adversidades, dos conhecimentos disponíveis pelas ciências. O conhecimento científico se torna apenas dados “decorados” e as concepções cotidianas são desconexas dos conteúdos científicos, não se estabelecendo relação entre o que se aprende e o que se vive. Segundo Mortimer e Amaral (1998, p. 30), “o que se tem, muitas vezes, é um amálgama indiferenciado de conceitos científicos e cotidianos, sem que o aluno consiga perceber claramente os limites e contextos de aplicação de um e de outro”.

Embora, discutido por Pozo e Gómez Crespo (2009) se “os alunos precisam aprender dados?”, cabe compreender em relação a alfabetização científica que, de fato, não é possível ensinar ciências sem dados, o que não pode ser considerado é a utilização de dados com um fim em si, mas sim, utilizar os dados como um caminho pelo qual deve ser alcançado o conhecimento científico. Isso nos implica perceber que toda decisão sobre seleção e organização de conteúdos no currículo deve ser tomada em função das metas para as quais esse currículo for dirigido (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009), o que tratamos como intencionalidade educativa ou funcionalidade da educação. Dessa maneira, é necessário que seja considerado o contexto sócio-histórico-cultural no qual está inserido. Não cabendo, apenas, à educação proporcionar aos alunos conhecimentos como se fossem verdades acabadas; ao contrário, ela deve ajudá-los a construir seu próprio ponto de vista, sua verdade particular a partir de tantas verdades parciais (POZO, 2004).

Dentro deste contexto de dificuldades de aprendizagem, temos a Termodinâmica como um tema que frequentemente é tido como um dos mais difíceis (MORTIMER; AMARAL, 1998; BARROS, 2009; CASTRO; FERREIRA, 2015; GONÇALVES, 2016; ANDRIGHETTO, *et al*, 2018), tanto para professores, quanto para os estudantes. É um tema importante e se tornou foco de aprofundamento de estudos nesta pesquisa. Podemos utilizar o fogo como direcionamento para compreender aspectos relacionados ao estudo do calor na Termoquímica.

O fogo sempre foi um gerador de especulações, sua produção e manipulação foram preponderantes para o desenvolvimento dos seres humanos na Terra. Utilizado para iluminar, aquecer, cozinhar, fundir metais, gerar movimento, entre outros, o fogo fez/faz parte da realidade da vida. Como apresenta Chassot (2004, p. 14) “os maiores benefícios vieram quando os seres humanos foram capazes de produzir e manipular o *fogo*” [grifo do autor] e, é muito provável que, o cozer deve estar relacionado aos primeiros atos [racionalizados] de utilização do fogo.

Aos poucos os humanos foram conhecendo fórmulas práticas de uso comum referentes à cocção, que compõem uma primitiva química utilitária e são facilitadoras na transformação de uma substância em outra. Os humanos transmitiam, então, oralmente esses conhecimentos, ou por meio de danças rituais. Nestas, o fogo com o seu simultâneo caráter ambivalente – benéfico e maléfico –, era cultuado com muito particular reverência (CHASSOT, 2004, p. 15).

Um ponto fundamental que parte do conhecimento sobre o fogo é que ele sempre faz parte do dia-a-dia das pessoas. Mesmo que muitas pessoas não saibam explicá-lo cientificamente, todos utilizam o fogo em seu cotidiano. As sensações físicas que este pode causar, mostra que essa descoberta carrega traços de saberes espontaneamente sociais, por exemplo: o fogo “queima”, logo, proporciona sentimento de dor, característico de um conhecimento de causa.

Mesmo nas atividades mais rudimentares percebia-se a importância do fogo nas transformações da natureza. A Termoquímica é uma temática muito importante na vida dos seres humanos, pois trabalha aspectos relacionadas as transformações físicas e as reações químicas que quase sempre são acompanhadas por liberação ou absorção de calor. O fogo e o *calor*, diretamente ligados às sensações e a linguagem cotidiana, tiveram/tem relação natural com a existência da vida na Terra.

Contextos tais como, compreensão dos fenômenos energéticos, produção de combustíveis, produção de energia a partir de alimentos, produção de metais, consumo metabólico de alimentos no corpo humano, calor de combustão, efeito estufa, caloria, alimentação rica e pobre em calorias, etc. (MORTIMER, *et al.*, 2000), auxiliam na compreensão de como a Termoquímica está ligada aos aspectos da vida e suas transformações, logo, conhecimentos cotidianos e científicos, se complementam com vistas a promover AC e FC de estudantes.

Foi pensando nessa relação entre conhecimento do cotidiano e a construção do conhecimento científico, mediatizado pela interação ser humano natureza, que fundamentamos nossa discussão sobre Termoquímica à luz das discussões sobre Alfabetização Científica (AC)

e Formação da Cidadania (FC). Ter clareza dessa relação e ter fundamentação sobre a importância do Ensino de Ciências/Química nos permite analisar produções científicas nas áreas e a partir dessa rica relação pensar e propor abordagens didáticas que contemplem os objetivos discutidos no presente texto.

Nesse sentido, apresentaremos alguns conceitos fundamentais da Termoquímica para realizarmos as análises que serão descritas detalhadamente no capítulo 2 e a estruturar o Guia Didático, nosso produto educacional.

1.6 Conceitos e definições fundamentais da Termoquímica

De acordo com o Currículo Referência da Rede Estadual de Educação em Goiás (SEDUCE GO, 2012), na disciplina de Química do Ensino Básico, segundo ano do Ensino Médio (EM), deverão ser trabalhadas, dentre os conteúdos, questões relacionadas ao calor envolvidos nas reações, entalpia e variação da entalpia nas reações e as leis termodinâmicas cabíveis a esse segundo nível de escolaridade, característica do conteúdo de Termoquímica.

Nesta dinâmica, é necessário que questionemos quais os motivos levam os currículos escolares decidirem quais os conteúdos, devem ou não, ser trabalhados em cada disciplina em sala de aula. Sacristán (2007) aponta para uma razão menos óbvia e mais profunda de ordem política e social. Segundo o autor, “os conteúdos são decididos fora do âmbito didático por agentes externos à instituição escolar” (p. 121).

É essa divisão de tarefas, produto da distribuição de atribuições e poderes sobre a educação, o que reforçou o sentido mais técnico da didática, fazendo com que se desprendesse da discussão dos conteúdos: o tratamento do “didático” costumava referir-se ao que acontecia no âmbito escolar. Dentro desta limitação, tornam a parcializar de novo os problemas, distinguindo os que são de ordem organizativo dos que pertencem ao âmbito didático, que ficaria para a pura técnica de ensino (SACRISTÁN, 2007, p. 121).

Isso expressa o que apresentamos no capítulo 1, por vezes, preocupa-se com o *como* e com o *que* ensinar, e o fundamental, o *porquê se ensina o que se ensina* é deixado a mercê do ensino. É deste ponto que surge o problema da transformação do saber elaborado em saber escolar (SAVIANI, 2013, p. 65). E como afirma Saviani (2013):

Essa transformação é o processo por meio do qual se selecionam, do conjunto do saber sistematizado [conteúdos], os elementos relevantes para o crescimento intelectual dos alunos e organizam-se esses elementos numa forma, numa sequência tal que

possibilite a sua assimilação. Assim, a questão central da pedagogia é o problema das formas, dos processos, dos métodos; certamente, não considerados em si mesmos, pois as formas só fazem sentido quando viabilizam o domínio de determinados conteúdos (SAVIANI, 2013, p. 65).

No presente trabalho, o conteúdo Termoquímico e sua especificidade relacionada ao segundo ano do EM se torna objeto de questionamento quando nos direcionamos à pedagogia histórico-crítica. Dessa maneira, é importante perfazer um questionamento nesses moldes: “como torná-lo [o conteúdo] assimilável pelas novas gerações, ou seja, por aqueles que participam de algum modo de sua produção enquanto agentes sociais, mas participam num estágio determinado, estágio este que é decorrente de toda uma trajetória histórica?” (SAVIANI, 2013, p. 66, inserção nossa).

“Pela lógica da divisão do conhecimento em especializações é frequente que os que se ocupam dos temas curriculares mais específicos não tratem do significado dos problemas gerais ou de como estes afetam os aspectos particulares” (SACRISTÁN, 2007, p. 124), e é este uma das características que encontramos ao analisar os artigos da QNEsc sobre a temática Termoquímica. A obrigatoriedade dos conteúdos ministrados em determinadas e específicas disciplinas e anos escolares, pautado no processo não reflexivo da prática docente, se opõe aos condicionantes de uma sociedade livre.

Sacristán (2007), propõe questões importantes para compreender os problemas básicos que circunscrevem o tratamento dos currículos:

Que objetivo, no nível de que se trate, o ensino deseja perseguir?
 O que ensinar, ou que valores, atitudes e conhecimentos estão implicados nos objetivos?
 Quem está autorizado a participar nas decisões do conteúdo da escolaridade?
 Por que ensinar o que se ensina, deixando de lado muitas outras coisas? Trata-se da justificativa do conteúdo.
 Todos esses objetivos devem ser para todos os alunos/as ou somente para alguns deles?
 Quem tem melhor acesso às formas legítimas de conhecimento?
 Que processos incidem e transformam as decisões tomadas até que se tornem prática real?
 Como se transmite a cultura escolar nas aulas e como deveria se fazer? (Já que a forma de ensinar não é neutra quanto ao conteúdo ensinado.)
 Como inter-relacionar os conteúdos selecionados oferecendo um conjunto coerente para os alunos/as?
 Com que recursos metodológicos, ou com que materiais ensinar?
 Que organização de grupos, professores/as, tempos e espaços convém adotar?
 Quem deve definir e controlar o que é êxito e fracasso no ensino?
 Como saber se houve sucesso ou não no ensino e que consequências tem sobre o mesmo as formas de avaliação dominantes?
 Como podem se mudar as práticas escolares relacionadas com estes temas?
 (SACRISTÁN, 2007, p. 124-125)

Ainda sobre questões como estas, acresceríamos uma outra, também importante: Os conteúdos de alguma escolaridade podem ser trabalhados em escolaridades inferiores ou superiores? Reiteramos que pensar tais questões sobre o currículo escolar favorece o fortalecimento da maleabilidade que deve estar condicionado ao currículo, pois um mesmo conteúdo pode ser estudado, abrangendo aspectos maiores ou menores, independente no nível escolar dos estudantes. Ou seja, os conteúdos trabalhados em Termoquímica, no segundo ano do EM, trazem consigo conceitos que existem no contexto dos estudantes e que fazem parte da vivência escolar em anos anteriores ou posteriores. Não sendo uma obrigatoriedade compreender o que significa esses conceitos apenas no segundo ano do EM. Assim, quando não considerados os conceitos cotidianos dos alunos, a separação do conteúdo de Termoquímica em apenas no segundo ano, pode dificultar o aprendizado de conceitos científicos mais complexos. Apontamos para a ação do professor reflexivo, que dinamiza sua didática, indo além do proposto obrigatoriamente pela necessidade emergente dos mais diversos conteúdos químicos.

Para iniciar discussões sobre as categorias e as construções dos metatextos, apresentaremos os conceitos básicos da Termoquímica, pois acreditamos ser imprescindível conhecer os conceitos fundamentais dessa temática. E por meio dos conhecimentos termoquímicos e seu desenvolvimento que pretendemos tentar alcançar uma sociedade permeada pela liberdade.

Termoquímica é o ramo da termodinâmica¹², na disciplina de Química, que “estuda as trocas de calor associadas às reações químicas ou mudança nos estados de agregação das substâncias” (FONSECA, 2016, p. 124). O estudo de termoquímica se baseia na primeira lei da termodinâmica a qual determina que, em um sistema isolado, a sua energia interna é constante.

Durante muito tempo tentou-se produzir energia a partir do “nada”. Acreditava-se que a produção de energia poderia gerar trabalho de maneira infinita. Mas com base em observações sobre os aspectos relacionados a essa dinâmica de geração energética postulou-se a lei da: *conservação da energia*. Reconhecemos, a partir, das fracassadas tentativas de se produzir energia que ela não pode ser criada e nem destruída, mas convertida em outras formas de energia

¹² A Termodinâmica estuda as relações entre calor, temperatura, trabalho e energia envolvidos. Existem três leis fundamentais que descrevem os estudos da termodinâmica. A primeira lei se baseia na teoria de conservação das massas, apresenta que a energia total de um sistema (energia interna) é uma função de estado, assim, a variação de entalpia de um processo global é a soma das variações de entalpia para as etapas em que ele pode ser dividido; a segunda lei apresenta que a entropia do universo tende a aumentar, considerando a existência de duas classes de processos, os espontâneos e os não espontâneos; a terceira indica que a entropia de todos os cristais perfeitos é zero em $T = 0$ (ATKINS; PAULA, 2011)

e, também, transportada. “O estudo detalhado da conversão de energia sua transferência é o campo da termodinâmica” (ATKINS, PAULA, 2013, p. 37).

No estudo da termoquímica são trabalhados os seguintes tópicos:

- Calorimetria: consiste no estudo e medições acerca da quantidade de calor (liberado ou absorvido) durante os fenômenos químicos ou físicos;
- Calor: é a energia em trânsito que perpassa de um corpo de temperatura superior a um corpo de temperatura inferior;
- Trabalho: consiste na transferência de energia para um sistema por um processo equivalente ao aumento ou ao abaixamento de um peso (ATKINS; JONES, 2014, p. 236), este, é feito para realizar movimento contra uma força que se opõe ao deslocamento (ATKINS; PAULA, 2013, p. 36);
- Energia: consiste na predisposição de determinado sistema executar um trabalho. Dizemos que a energia diminui quando a capacidade de realizar *trabalho* diminui-se e, em oposição, se há um aumento na capacidade de realizar trabalho, dizemos que houve um aumento da energia;
- Energia interna (U): consiste na determinação da energia total de um sistema, esta energia pode ser dividida em dois principais grupos, a cinética (associada ao movimento) e a potencial (energia armazenada em um sistema);
- Entalpia (H): consiste em uma propriedade extensiva^{13,14}, relacionada à energia interna de um sistema através da soma da pressão (P) multiplicada pelo volume (V). Sendo assim, caracteriza-se por ser uma função de estado¹⁵ que permite obter informações sobre as variações de energia em pressão constante (ATKINS; JONES, 2014, p. 252).
- Lei de Hess: estabelece que a entalpia-padrão de uma reação global é a soma da entalpias-padrão das reações individuais nas quais a reação pode ser dividida;

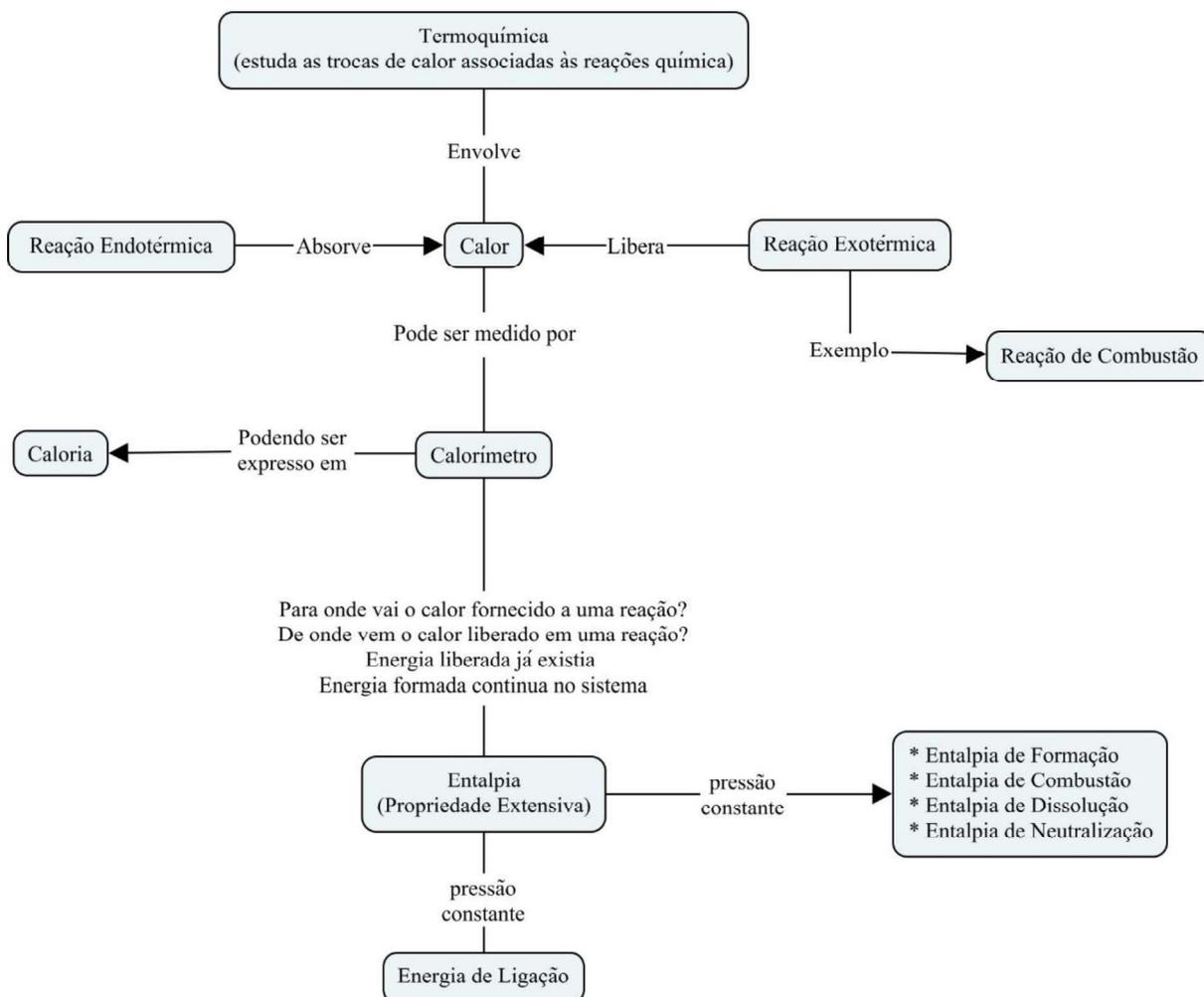
¹³ As propriedades extensivas são diretamente proporcionais à quantidade de matéria da substância presente da amostra, enquanto que as intensivas independem da quantidade de matéria. Temperatura (T), pressão (p), cor e densidade (d) são propriedades intensivas, enquanto que massa (m) e volume (V) são propriedades extensivas (CÉZAR *et al.*, 2018).

¹⁴ Os valores das propriedades, portanto, referem-se às dimensões características das teorias clássicas, mas são extrapolados para valores referentes a pontos matemáticos [...], nessa vertente, São chamadas extensivas as propriedades que, ao terem seus valores extrapolados para um ponto matemático, necessariamente apresentam neste ponto valor zero (extensivas aditivas), ou divergem (extensivas não aditivas). Evidentemente, toda propriedade que necessariamente apresente valor zero nesta extrapolação tem, como inversa, uma propriedade que diverge ao ser extrapolada e vice-versa (BASSI, 2018, p. 6-7).

¹⁵ Função de estado é uma propriedade cujo valor depende somente do estado atual do sistema e é independente da maneira pela qual o estado foi atingido (ATKINS; JONES, 2014, p. 247)

Pensando na melhor compreensão sobre os fundamentos da Termoquímica, adaptamos o mapa conceitual desenvolvido por Ruth (2016), para que possamos, em síntese, compreender quais os conteúdos “base” para o ensino dessa temática (Figura 1).

Figura 1. Mapa Conceitual – Conceitos base da Termoquímica.



Fonte: Adaptado de RUTH (2016, p. 46)

Estes conceitos químicos apresentados são menos sintetizados nos livros didáticos. Essa apresentação fora apenas para proporcionar uma sucinta ideia dos conteúdos que são abordados na temática Termoquímica.

No Capítulo 2, nos debruçaremos em apresentar o método de pesquisa e análise deste tema em um periódico específico, a Química Nova na Escola; bem como descrever brevemente esta revista.

CAPÍTULO 2 – O Ensino De Termoquímica: Em Foco A Química Nova Na Escola e A Análise Textual Discursiva (ATD)

É imprescindível que a Ciência, que faz parte da sociedade como um todo, transcenda os espaços acadêmicos de modo que se vincule o conhecimento científico às práticas cotidianas, permitindo que as pessoas possam ampliá-lo constantemente e utilizá-lo em favor de seu desenvolvimento intelectual, crescimento pessoal e coletivo. Levando-se em consideração que a Ciência como um todo é repleta de conexões – um novo conhecimento leva a uma mudança na vida das pessoas e afeta muitas outras áreas aparentemente não relacionadas – pressupõe-se que, mediante abordagens dos fundamentos histórico-científicos e práticas experimentais na perspectiva da Termodinâmica, é possível identificar a estreita ligação entre a Físico-Química e diversas áreas do conhecimento, tanto sob o aspecto da História da Ciência quanto aos próprios conteúdos específicos escolares (ANDRIGHETTO, *et al.*, 2019).

Considerando a discussão feita no Capítulo 1 sobre a necessidade do ensino de ciências/Química e pensando nos processos de ensino e aprendizagem, neste trabalho nos propomos estudar um tema específico: a Termoquímica.

Sendo “energia” um dos focos dos conteúdos dessa temática, compreendemos a importância de se estudar a Termoquímica pois, as relações que existem entre as diversas transformações da energia e os conteúdos químicos relacionados a este aspecto estão diretamente ligadas as muitas explicações fenomenológicas do cotidiano. Pensando o melhor relacionamento entre o conhecimento científico para a Alfabetização científica, vinculado a Formação da Cidadania, nos ancoramos na primeira competência dada aos estudos das Ciências da Natureza e suas tecnologias, segundo Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como justificativa do presente trabalho, na qual apresenta que:

Nesta competência específica, os fenômenos naturais e os processos tecnológicos são analisados sob a perspectiva das relações entre matéria e energia, possibilitando, por exemplo, a avaliação de potencialidades e de limites e riscos do uso de diferentes materiais e/ou tecnologias para tomar decisões responsáveis e consistentes diante dos diversos desafios contemporâneos (BRASIL, 2016, p. 540).

Se levarmos em conta que a cidadania diz respeito a participação efetiva dos seres humanos na sociedade, é imprescindível que os indivíduos compreendam os diversos saberes que dizem respeito à vida e a existência. Esses saberes, por vezes, quanto ao uso de terminologias idênticas causam dificuldades de diferenciação e compreensão. Por exemplo, utiliza-se o termo *calor* para expressar sensações no cotidiano, cujo significado se difere dos conceitos científicos, também, expressa-se a *temperatura* de forma análoga ao calor, dando a eles, por vezes, o mesmo significado, assim como, utilizam o termo *energia* em diversos

contextos do dia a dia, apresentando um sentido diferente do que é ensinado no ensino das ciências/Química. Isso ocorre, principalmente, pela omissão do contexto em que determinado conceito científico é expresso, pois quando trabalhado apenas o conhecimento científico desvinculado dos saberes cotidianos e vice e versa, o que temos é um empobrecimento dos conceitos que, como afirmam Oliveira e Santos (1998, p. 21), “em vez de facilitar, dificulta a aprendizagem, porque retém o pensamento no patamar de uma simplicidade apenas aparente”.

Outro ponto fundamental da nossa justificativa para o desenvolvimento deste trabalho, é a dificuldade que os estudantes têm em relacionar as explicações microscópicas (perspectiva atômico-molecular) e as explicações macroscópicas (nível fenomenológico). Essa dificuldade está diretamente ligada a proposição da generalização e abstração dos conceitos das ciências para a realidade dos estudantes. Como apresentam Mortimer e Miranda (1995, p. 23) “estudantes dificilmente reconhecem similaridades entre fenômenos que têm aspectos perceptivos bem diferenciados”.

É de suma importância que cidadãos compreendam as diversas informações que lhes são apresentadas no seu dia a dia, para que consiga atuar com efetividade em sociedade. Essas informações estão diretamente ligadas aos problemas sociais que afetam cidadãos, os quais exigem dos mesmo um posicionamento quanto ao encaminhamento das soluções (SANTOS, 1992), sendo o conhecimento científico imprescindível para a compreensão dos problemas e das possíveis soluções, o entendimento das ciências permite que os seres humanos consigam propor transformações em seus contextos sociais com embasamento científico. A Química é uma das ciências que faz parte dessa dinâmica.

Para isso, cabe compreender a que se refere os termos utilizados pelas ciências e diferenciá-los das concepções cotidianas, também, identificar como o conhecimento científico está diretamente engendrado no cotidiano dos seres humanos, propondo o melhor relacionamento dos aspectos micro e macroscópicos de suas explicações.

A qualidade de vida que desfrutamos depende em larga escala dos benefícios advindos de descobertas químicas, e nós, como cidadãos, somos continuamente requisitados para tomar decisões em assuntos relacionados com a química. Não devemos, entretanto, ignorar os aspectos negativos associados a progressos baseados na química, pois fazê-lo seria fechar os olhos à realidade (NEWBOLD, 1987, p. 156 *apud.* SANTOS, 1992, p. 6).

Nessa perspectiva, nos propomos a analisar os artigos de um importante periódico do Ensino de Química, a Revista Química Nova na Escola (QNEsc). Escolhemos a revista QNEsc pela gratuidade dos artigos disponíveis, pelo reconhecimento da revista pelos pesquisadores do

Ensino de Química (EQ), pelo corpo e conselho editorial – conhecidos integrantes do EQ no Brasil, por ser brasileira e, principalmente, por ter feito parte fundamental do desenvolvimento do autor no decorrer da graduação em Licenciatura em Química.

Dessa maneira, nos debruçaremos em apresentar a metodologia utilizada no presente trabalho, caracterizado como uma pesquisa qualitativa. Como citado por Lüdke e André (2013), “a análise de dados qualitativos é um processo criativo que exige grande rigor intelectual e muita dedicação. Não existe uma forma melhor ou mais correta. O que se exige é sistematização e coerência do esquema escolhido como o que pretende o estudo” (PATTON, 1980, *apud*. LÜDKE; ANDRÉ, 2013, p. 49),

No presente capítulo objetivamos analisar o quem vem sendo pesquisado e produzido, no âmbito da Revista QNEsc sobre as dificuldades encontradas ao se trabalhar com os conteúdos da Termoquímica e novas metodologias para o ensino e aprendizagem do tema, buscando compreender como tal tema pode auxiliar no processo de alfabetização científica e formação de cidadãos. Assim, serão apresentados os artigos selecionados e os caminhos para a elaboração de metatextos, a partir da proposição apresentada pela Análise Textual Discursiva (ATD) (MORAES, 2003, MORAES; GALIAZZI, 2006, 2011), baseados na leitura dos artigos da revista.

2.1. Descrevendo a Análise Textual Discursiva (ATD)

Utilizamos como método de análise dos artigos a Análise Textual Discursiva (ATD). Esta metodologia de natureza qualitativa visa compreender e reconstruir os conhecimentos existentes sobre a ótica dos temas que estão sendo investigados (MORAES; GALIAZZI, 2011).

Segundo Moraes (2003) e Moraes e Galiuzzi (2006; 2011), existem três componentes importantes que definem as partes do processo da ATD, são eles: a *desmontagem dos textos*, *estabelecimento de relações* e *o novo emergente*. Segundo Sousa *et al.* (2016.), na ATD busca-se o aprofundamento do pesquisador sobre o processo desconstrutivo de unitarização que é recursivo de mergulho nos sentidos atribuídos aos textos em análise (p. 312), isto é, “um processo auto-organizado de construção de compreensão em que novos entendimentos emergem a partir de uma sequência recursiva” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 12) baseada nos três componentes do processo anteriormente citados.

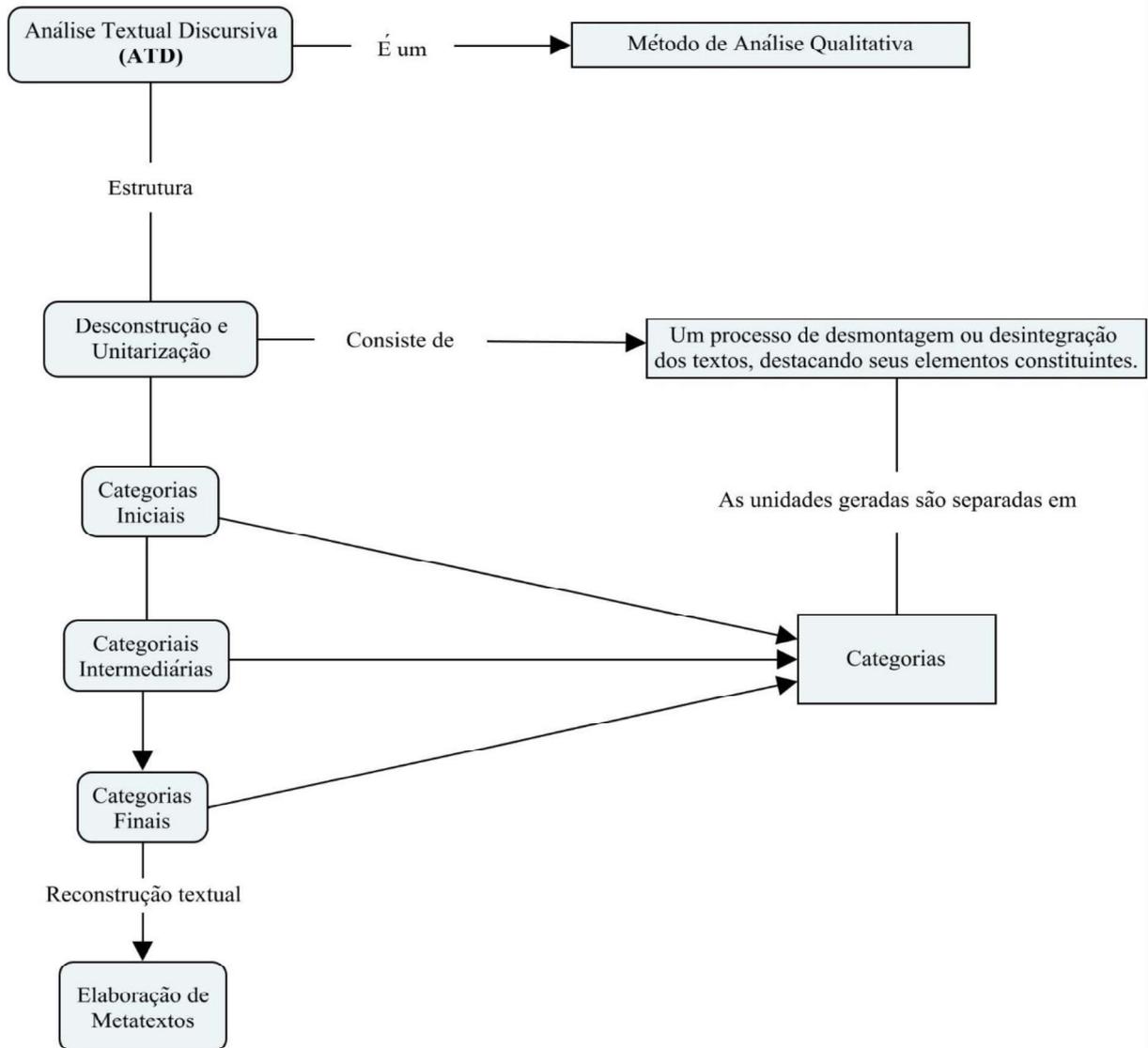
O primeiro componente do processo na ATD, a *desmontagem dos textos*, que também é apresentado como o processo de *unitarização* da análise, diz respeito a fragmentação dos textos analisados, destacando, no sentido de atingir unidades de significado, os elementos que constituem o texto (MORAES, 2003; MORAES, GALIAZZI, 2011). Assim, após a leitura dos artigos, separamos cada constituinte do texto. Cabe apontar que, como afirmam os autores, “o processo de unitarização não necessita prender-se exclusivamente ao que já está expresso nos textos num sentido mais explícito. Podem ser construídas unidades que se afastam mais do imediatamente expresso, correspondendo a interpretações do pesquisador” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 20), ou seja, os sentidos que estão implícitos nos textos, a compreensão e observação sob o olhar de quem pesquisa. Cabe ressaltar que “uma mesma unidade pode ser lida de diferentes perspectivas, resultando em múltiplos sentidos, dependendo do foco ou da perspectiva que seja examinada” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 27).

O segundo componente, *estabelecimento de relações*, apresenta o processo de categorização das unidades anteriormente produzidas. Por meio de um constante processo de comparação das unidades, elencando os aspectos semelhantes através dos elementos de significados próximos, vão se desvelando as categorias. Como exposto por Moraes e Galiazzi (2011), neste processo, “podem ser construídos diferentes níveis de categorias. Em alguns casos, elas assumem as denominações de iniciais, intermediárias e finais, constituindo, cada um dos grupos, na ordem apresentada, categorias mais abrangentes e em menor número” (p. 23).

O terceiro componente, *o novo emergente*, refere-se à elaboração de metatextos (...) “são constituídos de descrição e interpretação, representando o conjunto um modo de teorização sobre os fenômenos investigados” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 32), ou seja, “descreve e aprofunda a categorização como processo de aprendizagem e comunicação de novos entendimentos em um movimento de síntese e construção de sistemas de categorias com as novas aprendizagens e compreensões” (SOUZA *et al.* 2016, p. 311).

A figura 2 apresenta uma síntese do processo de elaboração da ATD por meio de um esquema de blocos, compreendendo os importantes componentes da metodologia.

Figura 2. Esquema de blocos: Mapa conceitual Análise Textual Discursiva (ATD).



Fonte: Adaptado de MORAES; GALIAZZI, 2011.

A ATD compreende um complexo vínculo entre a Análise de Discurso (AD) e a Análise de Conteúdo (AC). Como apresentam Moraes e Galiazzi (2011), a Análise Textual Discursiva movimenta-se entre uma leitura mais imediata, mesmo que tenha a pretensão de cada vez mais aprofundar-se nas interpretações da análise, característico da AC, e uma leitura do que está implícito, do latente, do que não foi apresentado, “especialmente para exercer sobre ele [o texto analisado] uma crítica fundamentada” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 149), característica da AD. A ATD localiza-se entre as soluções propostas pela análise de discurso e conteúdo (MORAES, 2003),

[...] com sua perspectiva fundamentada na hermenêutica, inicia seus esforços de construção de compreensão a partir dos sentidos mais imediatos e simples dos fenômenos que pesquisa. Assume, porém, um desafio permanente de produzir sentidos mais distantes, complexos e aprofundados. Nisso não tende propriamente estar procurando sentidos ocultos, mas pretende envolver-se em movimentos de constante reconstrução dos significados e dos discursos que investiga. Mais do que expressar realidades já existentes, a Análise Textual Discursiva tenciona inserir-se em movimentos de produção e reconstrução das realidades, combinando em seus exercícios de pesquisa a hermenêutica e a dialética (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 149).

Três fundamentais componentes descrevem o processo da ATD, mas é imprescindível que reconheçamos dois tempos da análise. Num primeiro tempo temos a movimentação feita pela desconstrução, pelo desmembramento das ideias e sentidos dos textos em análise, que segundo Moraes e Galiuzzi (2006) refere-se à aproximação ao caos. O segundo tempo, diz respeito a reconstrução de ideias, organização das unidades por categorias, estabelecimento de novos entendimentos e sentidos, neste sentido, “a desconstrução é sempre uma reconstrução” (MORAES; GALIAZZI, 2006, p. 126).

No tópico seguinte, apresentaremos o periódico QNEsc, bem como, o método de seleção dos artigos da revista que foram utilizados como dados de análise e reconstrução de novos sentidos para a proposição de metatextos.

2.2 A Revista Química Nova na Escola e a Seleção de Artigos

A revista Química Nova na Escola (QNEsc), “com periodicidade trimestral, propõe-se a subsidiar o trabalho, a formação e a atualização da comunidade do Ensino de Química brasileiro. A QNEsc integra-se à linha editorial da Sociedade Brasileira de Química” (QNEsc, c2012) e como descrito no próprio site da Revista:

Química Nova na Escola é um espaço aberto ao educador, suscitando debates e reflexões sobre o ensino e a aprendizagem de química. Assim, contribui para a tarefa fundamental de formar verdadeiros cidadãos. Nesse sentido, a Divisão de Ensino disponibiliza neste portal, na íntegra, e de forma totalmente gratuita, todos os artigos publicados no formato PDF. Estão disponíveis também os Cadernos Temáticos publicados desde 2001 pela Divisão de Ensino (QNEsc, c2012).

Para a seleção dos artigos realizamos uma pesquisa de cunho exploratório por meio de um levantamento bibliográfico na Revista Química Nova na Escola¹⁶. Este levantamento consistiu em uma pesquisa no campo de busca do próprio periódico sobre o tema *Termoquímica*. Cabe salientar que não delimitamos recorte temporal, pela reduzida quantidade de artigos que discutiam o tema.

Para que não houvesse repetições nos artigos, criamos uma pasta no computador como nome “Artigos Para Análise – QNEsc” e à medida em que os artigos foram baixados fomos colocando-os nesta específica pasta, logo, quando era feita o *download* de um mesmo artigo o computador acusaria, dessa forma, conseguiríamos minimizar o tempo de uma minuciosa seleção posterior. No campo busca do próprio site, utilizamos quatro descritores: *Termoquímica e Ensino de Ciências*¹⁷; *Ensino de Termoquímica*; *Termoquímica*; *Físico-Química e*; *Ensino Médio*. Dessa forma, selecionamos 51 publicações.

O número de publicações que utilizaram a temática Termoquímica nas pesquisas é pequeno em relação à quantidade de publicações disponíveis pela revista. Mas percebemos que, mesmo sem delimitar um recorte temporal específico, encontramos artigos desde o ano de 1995, ano em que foi publicado o seu primeiro volume, até o presente ano, com duas publicações, ou seja, os artigos que abarcam nossa temática de pesquisa compreendem os anos de 1995-2020.

Os 51 artigos foram separados em dois grupos. O primeiro, composto por 31 artigos (Apêndice A), apresenta as publicações que apenas citam a temática Termoquímica, o segundo grupo apresenta os artigos que discutem o tema, composto por 20 artigos, os quais nos debruçamos em analisar e indicamos no Quadro 1.

A Revista QNEsc divide suas publicações por seções. São nove seções apresentadas pela revista e cada uma delas corresponde ao foco principal do artigo. Notamos que alguns artigos não possuem seção definida, para estes artigos criamos a seção **0**, não consta.

Uma seção que não possui descrição e que definimos, apresentada nos artigos de uma edição especial da revista, em comemoração aos seus 18 anos, é a seção PIBID. A seção PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência), assim como as outras seções, será descrita a seguir:

¹⁶ Gostaríamos de ressaltar que a Revista Química Nova na Escola está indexada as ferramentas de busca e acervos de: Chemical Abstracts, Latindex, Portal de Periódicos da CAPES, CCN/IBICT, Google Acadêmico, Unibibliweb e DOAJ: Directory of Open Access Journals. (QNEsc, c2012).

¹⁷ Decidimos não utilizar a palavra-chave *Ensino de Química*, mesmo sendo uma revista desta área, pelo fato de que como a Termoquímica engloba aspectos do Ensino de Física, alguns autores podem ser da área específica de Física e podem, também, ter utilizado o termo *Ensino de Física* ou *Ensino de Ciências* como palavra chave. Dessa forma, conseguimos abranger mais artigos e mais formas de ensinar tal conteúdo.

- (1) A seção “Química e sociedade” apresenta artigos que focalizam diferentes inter-relações entre Ciência e sociedade, procurando analisar o potencial e as limitações da Ciência na tentativa de compreender e solucionar problemas sociais.
- (2) A seção “Conceitos científicos em destaque” tem por objetivo abordar, de maneira crítica e/ou inovadora, conceitos científicos de interesse dos professores de Química.
- (3) A seção “Espaço aberto” visa abordar questões sobre Educação, de um modo geral, que sejam de interesse dos professores de Química.
- (4) A seção “Relatos de sala de aula” socializa experiências e construções vivenciadas nas aulas de Química ou a elas relacionadas.
- (5) A seção “O Aluno em Foco” traz resultados de pesquisas sobre ideias informais dos estudantes, sugerindo formas de levar essas ideias em consideração no ensino-aprendizagem de conceitos científicos.
- (6) Esta seção contempla a “História da Química” como parte da história da ciência, buscando ressaltar como o conhecimento científico é construído. (QNEsc)
- (7) A seção “Pesquisa em Ensino” investiga sobre problemas no ensino da Química, explicita fundamentos teóricos, o problema, as questões ou hipóteses de investigação e procedimentos metodológicos adotados na pesquisa, bem como análise crítica dos resultados.
- (8) A seção “Cadernos de Pesquisa” é um espaço dedicado exclusivamente para artigos inéditos (empíricos, de revisão ou teóricos) que apresentem profundidade teórico-metodológica, gerem conhecimentos novos para a área e contribuições para o avanço da pesquisa em Ensino de Química.
- (9) A seção “Experimentação no Ensino de Química” descreve experimentos cuja implementação e interpretação contribuem para a construção de conceitos científicos por parte dos alunos. Os materiais e reagentes usados são facilmente encontráveis, permitindo a realização dos experimentos em qualquer escola. (QNEsc, 2012)

A descrição da seção (10) Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID não é apresentada pela revista, mas pela leitura dos artigos desta seção notamos que elas compreendem as produções, pesquisas e estudos, bem como relatos de experiência no que compõe a dinâmica do PIBID aproximando os professores em formação à realidade escolar.

Quadro 1 – Artigos selecionados e analisados e os códigos indicativos utilizados na análise.

Referência	Seção (Indicada pela Revista)	Objetivos	Conteúdos/ Tema	Código Indicativo
MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: Concepções de Estudantes sobre Reações Químicas. Química Nova na Escola, N° 2, 1995.	O Aluno em Foco (5)	Discutir as concepções alternativas de adolescentes sobre fenômenos envolvendo transformações dos materiais.	Reações Químicas	A-1

<p>MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e Temperatura no Ensino de Termoquímica. Química Nova na Escola, N° 7, 1998.</p>	<p>O Aluno em Foco (5)</p>	<p>Discutir as concepções dos estudantes sobre calor e temperatura, sugerindo quatro atividades para explicitá-las e favorecer a construção dos conceitos científicos correspondentes, que são básicos para a aprendizagem de conceitos mais avançados de termoquímica.</p>	<p>Calor; Temperatura; Calor específico; Quantidade de Calor;</p>	<p>A-2</p>
<p>OLIVEIRA, R. J.; SANTOS, J. M. A Energia e a Química. Química Nova na Escola, N° 8, 1998.</p>	<p>Conceitos Científicos em Destaque (2)</p>	<p>Trabalhar o conceito de energia na química, especialmente no que se refere aos processos de troca de calor. Questionar a utilização da expressão 'energia química', o que contribui para analisar como, de forma geral, lida-se acriticamente com as definições da ciência.</p>	<p>Calor; Energia; Quantidade de Energia;</p>	<p>A-3</p>
<p>SILVA, J. L. P. B. Por que não ensinar Entalpia no Ensino Médio. Química Nova na Escola, N° 22, 2005.</p>	<p>Conceitos Científicos em Destaque (2)</p>	<p>Mostrar que a compreensão do conceito de entalpia, um conceito comumente estudado no Ensino Médio, requer conhecimentos que vão além da alfabetização científica e, portanto, não podem ser estudados neste nível de ensino.</p>	<p>Equações termodinâmica; Entalpia; Variação de Entalpia; Calor; Quantidade de calor;</p>	<p>A-4</p>

<p>SOARES, M. H. F. B.; CAVALHEIRO, E. T. G. O Ludo como um Jogo para Discutir Conceitos Termoquímicos. Química Nova na Escola, N° 23, 2006.</p>	<p>Espaço Aberto (3)</p>	<p>Apresentar as atividades lúdicas como uma alternativa viável em sala de aula, auxiliando a aprendizagem no que se refere à manipulação efetiva do conceito, além da melhora significativa do aspecto disciplinar em sala de aula.</p>	<p>Energia; Calor; Temperatura; Variação de energia; Variação de Entalpia; Reações endotérmicas e exotérmicas;</p>	<p>A-5</p>
<p>LIMA, M. E. C. C.; <i>et al.</i> Ensinar Ciências por Investigação: Um Desafio para os Formadores. Química Nova na Escola, N° 29, 2008.</p>	<p>Não consta (0)</p>	<p>Mostrar que uma atitude investigativa, durante o processo de ensino por meio de experimentos, pode criar oportunidades para a aquisição de conhecimento de forma conceitualmente consistente.</p>	<p>Calor; Temperatura; Reações químicas; Mudança de estado físico; Transformações adiabáticas e diatérmicas; Energia;</p>	<p>A-6</p>
<p>BRAATHEN, P. C.; <i>et al.</i> do Peróxido de Hidrogênio: uma Experiência Simples de Calorimetria com Material de Baixo Custo e Fácil Aquisição. Química Nova na Escola, N° 29, 2008.</p>	<p>Não consta (0)</p>	<p>Apresentar uma atividade experimental feita a partir de materiais de baixo custo para a determinação experimental do calor de decomposição de peróxido de hidrogênio contido em água oxigenada comercial a 10 volumes</p>	<p>Calorimetria; Calorímetro; Entalpia; Entalpia de decomposição;</p>	<p>A-7</p>
<p>SANTOS, A. P. B.; PINTO, A. C. Biodiesel: Uma Alternativa de Combustível Limpo. Química Nova na Escola, Vol. 31 N° 1, 2009.</p>	<p>Não consta (0)</p>	<p>Apresentar aos alunos do Ensino Médio a confecção de equipamento de laboratório, com materiais de fácil acesso, e a importância</p>	<p>Biodiesel; Construção de Biodigestor;</p>	<p>A-8</p>

		da preparação de biodiesel, por meio de um experimento simples, que pode ser feito com materiais do cotidiano e que traz à tona uma temática bastante atual.		
SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. Aspectos Epistêmicos das Estratégias Enunciativas em uma Sala de Aula de Química. <i>Química Nova na Escola</i> , Vol. 31, N° 2, 2009.	Não consta (0)	Apresentar uma análise do movimento epistêmico articulado por uma professora de Química em interação com os alunos, em uma seqüência de 18 aulas da unidade temática Termoquímica.	Calor; Temperatura; Mudanças de estado físico;	A-9
BARROS, H. L. C. Processos Endotérmicos e Exotérmicos: Uma Visão Atômico-Molecular. <i>Química Nova na Escola</i> , Vol. 31, N° 4, 2009.	Conceitos Científicos em Destaque (2)	Contribuir para a elucidação das dificuldades relacionadas ao conteúdo de termoquímica por meio de considerações teóricas e da discussão de alguns processos simples,	Sistema e vizinhança; Conceitos macroscópico e microscópico de temperatura; Calor; Transferência de energia, Equilíbrio térmico; Energia interna; Energia cinética; Energia potencial; Formação de ligações químicas; Interações intermoleculares.	A-10
CANGEMI, J. M. <i>et al.</i> A revolução verde da mamona. <i>Química Nova na Escola</i> , Vol. 32, N° 1, 2010.	Química e Sociedade (1)	Discutir sobre a utilização da mamona como temática para conectar professores e estudantes por meio de um ensino multidisciplinar e contextualizado.	Produção do Biodiesel; Energia; Calor; Variação de entalpia; Cálculos estequiométricos; Funções orgânicas;	A-11

			Viscosidade; Densidade; Propriedades físico-químicas	
SCAFI, S. H. F. Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar. Química Nova na Escola, Vol. 32, Nº 3, 2010.	Não consta (0)	Desenvolver o raciocínio químico e despertar o interesse dos estudantes pelas aulas de química utilizando a contextualização aplicada a uma escola militar, onde atividades práticas de laboratório e demonstrações de reações químicas com enfoque ou aplicabilidade militar são desenvolvidas.	Calor; Reações endotérmicas e exotérmicas;	A-12
SCAFI, S. H. F.; BIAJONE, J. Desafio Militar: Missão Dada é Missão Cumprida – Contextualização e Interdisciplinaridade na Educação Química. Química Nova na Escola, Vol. 33, Nº 3, 2011.	Relatos de Sala de Aula (4)	Propiciar vivências de contextualização e interdisciplinaridade de saberes na formação média e militar do aluno da EsPCEX.	Calor de reação; Calor; Temperatura; Lei de Hess; Reação Química, Combustão; Deflagração; Explosão; Detonação;	A-13
ALBUQUERQUE, M. V. <i>et al.</i> Educação Alimentar: Uma Proposta de Redução do Consumo de Aditivos Alimentares. Química Nova na Escola, Vol. 34, Nº 2, p. 51-57, 2012.	Química e Sociedade (1)	Promover a discussão sobre a redução do consumo de alimentos contendo aditivos, utilizando uma abordagem temática para discutir os impactos do consumo desses alimentos.	Conteúdo calorífico; Calor envolvido nas reações químicas	A-14
BARROS, H. L. C.; MAGALHÃES, W. F. Efeito Crioscópico: Experimentos Simples e Aspectos	Conceitos Científicos em Destaque (2)	Descrever experimentos simples envolvendo o preparo de uma mistura	Temperatura; Calorimetria; Calor; Entropia;	A-15

Atômico-Moleculares. Química Nova na Escola, Vol. 35, Nº 1, p. 41-47, 2013.		refrigerante de gelo/NaCl e a construção de curvas de resfriamento para soluções de água/NaCl.	Princípio da conservação da energia; Energia Cinética; Variação da Energia; Capacidade térmica;	
QUADROS, A. L.; <i>et al.</i> A Construção de Significados em Química: A Interpretação de Experimentos por Meio do Uso de Discurso Dialógico. Química Nova na Escola, Vol. 00, Nº 0, p. XXX, 2014.	Relatos de Sala de Aula (4)	Analisar os padrões discursivos de um professor em formação de química, orientado a desenvolver aulas interativas e dialógicas.	Conceitos termodinâmicos; Calor; Temperatura;	A-16
CASTRO, P. M. A.; FERREIRA, L. N. A. Representações Sociais de Calor por Estudantes de Graduação em Química. Química Nova na Escola, Vol. 37, Nº Especial 1, p. 26-34, 2015.	O Aluno em Foco (5)	Analisar as representações sociais do conceito de calor de graduandos em química, bem como os obstáculos no ensino que estas podem representar.	Energia; Temperatura; Calor;	A-17
RODRIGUES, J. B. S.; <i>et al.</i> O milho das comidas típicas juninas: uma sequência didática para a contextualização sociocultural no ensino de Química. Química Nova na Escola, Vol. 39, Nº 2, p. 179-185, 2017.	Relatos de Sala de Aula (4)	Apresentar uma sequência didática que aproxima conceitos químicos da realidade dos estudantes numa perspectiva de contextualização sociocultural, estruturada na dinâmica dos momentos pedagógicos.	Propõe etapas de uma atividade temática que trabalha com os seguintes conteúdos: pressão e temperatura em Termoquímica	A-18
OLIVEIRA, H. G.; <i>et al.</i> Energia, Sociedade e Meio Ambiente no Desenvolvimento de Um Biodigestor: a Interdisciplinaridade e a Tecnologia Arduino para	Química e Sociedade (1)	Utilizar uma abordagem ambiental e socioeconômica da produção de biogás em sala de aula e permitindo aos estudantes de Ensino	Energia, Energias renováveis; Bioenergia; Reações endo/exotérmicas; Transferência de energia;	A-19

Atividades Investigativas. Química Nova na Escola, Vol. 40, Nº 3, p. 144-152, 2018.		Médio Técnico uma reflexão sobre a potencial geração de energia das propriedades rurais locais.	Combustão; Calor, Entalpia, Variação de entalpia;	
ALVINO, A. C. B; et al. Química Experimental e a Lei 10.639/2003: a inserção da história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de Química. Química Nova na Escola, Vol. 42, Nº 2, p. 136-146, 2020.	Relatos de Sala de aula (4)	Conceber, planejar e desenvolver uma estratégia de ensino de química que contemple a heterogeneidade do saber em acordo com a perspectiva da Lei 10.639/2003.	Sínteses: da Ferrita, do Sabão, do Biodiesel; Tensão Superficial; Reação de Oxirredução; Formação de Cristais; Extração de produtos naturais;	A-20

Fonte: Próprio autor.

Observando o Quadro 1 percebe-se uma predominância de publicação na Seção Relatos de Sala de aula, mas sendo bem distribuído nas seções Conceitos Científicos em Destaque e O Aluno em Foco.

2.3. A ATD e os artigos da Revista QNEsc

Fazendo a leitura do latente (implícito/subjetivo) dos artigos descritos no Quadro 1, percebemos que nossa análise “foi mais um modo de perceber o que os textos mostrados [...] têm a dizer para os autores [desta dissertação] no encontro de seus preconceitos do que reconstruir a situação original do texto ou estabelecer uma verdade” (SOUSA *et al.*, 2016, p. 313).

Essa leitura fundamentada na hermenêutica¹⁸ que, tendo em mente os textos originais, propõe que os pesquisadores assumam as interpretações por eles construídas. “A hermenêutica ajuda a entendermos esta (re)construção, em que a interpretação é como uma “imitação” do leitor-pesquisador que busca sentidos do autor do texto ao carregar seus próprios” (SOUZA;

¹⁸ A hermenêutica diz respeito a análise de textos, dos sentidos dado as palavras.

GALIAZZI, 2016, p. 42), exigindo do pesquisador autoria na interpretação dos fatos estudados, a partir de sistemas previamente construídos.

A análise hermenêutica de textos escritos em linguagem proposicional foca palavras e sentenças que dizem e o modo de dizer no contexto interno e externo ao próprio texto. Uma prática importante dessa análise é destacar as palavras que chamam a atenção em unidades de significado, ou seja, sentenças que respondem significativamente à interrogação formulada, e buscar pelas origens etimológicas, focando também o que querem dizer na totalidade do texto analisado e quais possíveis significados carregam no contexto do texto (BICUDO, 2011, p. 49)

Para dar início à análise, baseando-se nos objetivos do presente trabalho e as questões relacionadas a compreensão de um Ensino de Termoquímica para a AC e FC, iniciamos a *unitarização* dos textos. Esta fundamentação no processo de unitarização é de suma importância para a elaboração de unidades de significado, pois é a partir do referencial estudado que nos ancoramos para interpretar os sentidos dos artigos dados pelos autores.

A construção de unidades de significado representa o contato dos propósitos do trabalho com os sentidos de cada artigo lido. Com a fragmentação dos textos, focalizando a pormenorização, preocupamo-nos em compreender os significados e “os sentidos dos textos e/ou discursos em diferentes limites de seus detalhes, independente de compreender que um limite absoluto e findo nunca será alcançado” (MEDEIROS; AMORIM, 2017, p. 256).

No processo de análise, um aspecto que deve ser apontado e “que merece considerações é a importância de uma teoria que oriente nossas leituras nas transcrições” (NEVES, 2013, p. 91). Neste trabalho, nos atentamos para as dimensões do Ensino de Termoquímica para a FC e AC, e são as teorias e percepções que norteiam as visões sobre os artigos analisados e que, como dito anteriormente, respaldam nossa visão de análise.

Para tanto, pautados na questão “**como o Ensino da Termoquímica pode contribuir na Alfabetização Científica e na Formação da Cidadania?**”, buscamos unidades de significado nos artigos selecionados. Acreditamos na importância de se compreender “como” o Ensino da Termoquímica *se mostra* nas publicações, não desconsiderando “o que os autores dos artigos” querem mostrar quanto ao Ensino da Termoquímica, mas tentando observar para além do dito.

Foram definidas 11 unidades de significado conforme o Quadro 2. Cada unidade é representada por um código.

Quadro 2. Unidades de significados e os códigos correspondentes.

Unidades de Significado	Códigos
Aspectos didático-pedagógicos da abordagem conceitual	ADPA
Tomada de consciência do estudante	TCEs
Alargamento do perfil conceitual	APCo
Alternativas didático-pedagógicas	ADPe
Promoção do diálogo (participação/interação)	PDia
Relevância dos conceitos	RCon
Objetivos	Obje
Abordagem Temática	Atem
Dificuldades de Aprendizagem	DApr
Construção de significados	CSig
Integração Curricular (Multidisciplinaridade)	ICurr

Fonte: próprio autor

Como segunda etapa da análise, demos início ao relacionamento das unidades de significado, anteriormente definidas, buscando relacionar a compreensão dos autores em relação aos processos de Formação da Cidadania (FC) no contexto da Alfabetização Científica (AC). Nesta parte da análise, conhecida como *categorização*, os novos significados que emergiram, *a priori*, da desconstrução textual e do estabelecimento de relações entre as unidades, constituem uma “válida representação das teorias emergentes da análise” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 81), essas teorias são aquelas que alicerçaram todo o trabalho. Cabe salientar que, como afirma Moraes e Galiazzi (2011):

A categorização é o momento de síntese e organização de um conjunto de informações relativas aos fenômenos investigados. Essas sínteses são as teorizações do pesquisador, produzidas a partir de perspectivas teóricas implícitas dos sujeitos da pesquisa e do próprio pesquisador, sempre em interlocução com outros teóricos. [...] O processo da categorização constitui estratégia de movimento da pesquisa que vai do empírico ao abstrato, dos dados coletados para as teorias construídas ou reconstruídas pelo pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 90)

Das 11 unidades de significado emergidos na análise, considerando o objetivo do presente trabalho, faremos uma minuciosa análise de apenas duas: **DApr** e **CSig** para a categorização.

Por último, pensando a *captação do novo emergente*, ou seja, a construção de uma visão renovada do que estava expresso nos artigos analisados, proporcionado pela “compreensão renovada do todo” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 12), nos debruçamos em construir os metatextos. Estes, por sua vez, partindo “da importância de integrar qualidade formal e política, emerge da análise a possibilidade de transformação das realidades investigadas” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 136).

A categorização e a captação do novo emergente serão apresentadas no Capítulo 3. Estes, por sua vez, respaldarão a elaboração do Guia Didático apresentado no capítulo 5. Através dessas etapas da análise, utilizando o conhecimento expresso pelos autores dos artigos em constantes “movimentos desconstrutivo-reconstrutivos capazes de propiciarem constantemente a emergência do novo” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 215) pensamos uma melhor maneira de trabalhar o conhecimento Termoquímico.

CAPÍTULO 3 – Discutindo resultados: O aprofundamento da compreensão do ensino da Termoquímica à luz do periódico Química Nova Na Escola

Used initially as a source of heat and light, fire soon became a means of transforming different materials. Among the philosophers who searched for a unique principle that could be the origin of everything, Heraclitus maintained that fire could be the basis of the diversity of known materials and their transformation (MORTIMER; et. al, 2014).

Foi possível verificar que todos os artigos possuem um caráter específico: a promoção do desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem da Química e dos conceitos que envolvem essa temática.

É válido ressaltar que os artigos **A-7, A-11, A-12, A-13, A-14, A-18 e A-20**, utilizaram a abordagem de temas para a construção dos conceitos científicos, logo, focalizaram aspectos relacionados a contextualização e interdisciplinaridade característicos dessa perspectiva discursiva. Os artigos **A-1, A-2, A-3, A-4, A-6, A-10, A-9, A-16 e A-17**, apresentaram discussões sobre os aspectos epistêmicos da construção do conhecimento. Os artigos **A-8, A-15 e A-19** focalizaram na utilização de experimentos como recurso para trabalhar conceitos da temática e, **A-5**, utilizou uma atividade lúdica como alternativa para a aprendizagem.

Cabe salientar que um mesmo artigo se encaixa em mais de um desses aspectos descritos, entretanto, indicamos essas especificidades em decorrência do objetivo principal indicado pelos autores das publicações. Também, é importante expor que, no decorrer da análise dos 20 artigos da Revista QNEsc emergiram especificidades e diferentes compreensões sobre o tema em estudo: Termoquímica.

No tópico a seguir, apresentaremos o processo de reconstrução textual a partir do processo de categorização das unidades de análise. Muitas dificuldades foram identificadas nos artigos e não, necessariamente, estão disponibilizados e descritos como “obstáculos epistemológicos e ontológicos”, como aborda Bachelard (2016), mas como veremos, estão, em síntese, diretamente ligadas a esses obstáculos, entretanto, direcionamos a superação destes, no sentido de compreender, inicialmente, a formação de conceitos em Vigotski (2001).

Três categorias foram estruturadas a partir da análise minuciosa das unidades de significado, Dificuldades de Aprendizagem, Construção de Significados, Promoção do

Diálogo, Relevância dos Conceitos e Alternativas didático-pedagógicas. Percebemos uma relação estreita entre essas dificuldades e por isso nos propusemos em discutir seus principais aspectos. As categorias estruturadas foram: 1) Indiferenciação dos conceitos científicos e espontâneos; 2) A natureza microscópica dos fenômenos e a dificuldade de abstração; 3) Contextualização e experimentação como recurso didático-pedagógico.

No momento da categorização, “parte do movimento de síntese e reconstrução da pesquisa em que o pesquisador constrói e estrutura novas formas de compreensão dos fenômenos investigados” (MORAES; GALIAZZI, 2011, p. 91), essas categorias são frutos do relacionamento entre as teorias implícitas do sujeito e as interpretações feitas pelo pesquisador (MORAES; GALIAZZI, 2011). Desta interação no processo de análise-unitarização e análise-categorização para a reconstrução de novas percepções do Ensino da Termoquímica, identificamos algumas dificuldades ao se trabalhar com essa temática.

Na construção do conhecimento de Termoquímica, duas dificuldades recorrentes são encontradas nas publicações. São elas: indiferenciação dos conceitos científicos e espontâneos e as relações entre as explicações microscópicas e macroscópicas. Faremos dessas, três de nossas categorias de análise, pois é imprescindível compreender a dinâmica de construção dos conceitos e as formas de explicá-los se, não obstante, pretendemos formar cidadãos críticos e que saibam utilizar as contribuições das ciências para compreender, questionar e transformar o mundo ao qual fazem parte.

3.1 Indiferenciação dos conceitos científicos e espontâneos

A partir da análise das unidades de significado, observamos a recorrência nos artigos sobre a discussão das dificuldades dos estudantes **em diferenciar os conceitos científicos dos conceitos espontâneos**. É imprescindível, neste ponto, discutirmos o que significa conceitos científicos e conceitos espontâneos, e como a formação destes se direciona ao processo de ensino e aprendizagem da Química. Para Vigotski (2001):

O conceito surge no processo de operação intelectual; não é um jogo de associações que leva à obstrução dos conceitos: em sua formação participam todas as funções intelectuais elementares em uma original combinação, sendo que o momento central de toda essa operação é o uso funcional da palavra como meio de orientação arbitrária

da atenção, da abstração, da discriminação de atributos particulares e de sua síntese e simbolização com o auxílio do signo¹⁹ (VIGOTSKI, 2001, p. 236)

Ainda segundo o autor, “a formação dos conceitos surge sempre no processo de solução de algum problema que se coloca para o pensamento do adolescente” (VIGOTSKI, 2001, p. 237), como um orientador, um direcionamento. E como sinaliza o autor, a partir da solução de algum problema é que surge o conceito, na significação dada ao signo em sua melhor forma em alcançar tal solução.

Se por um lado, para Vigotski (2001) os conceitos espontâneos, que surgem a partir da utilização da linguagem, são construídos pelas diversas situações do dia a dia, ou seja, “esses conceitos são não conscientizados e estão voltados para o objeto que eles representam e não no ato do pensamento que os inclui” (COSTA, 2017, p. 79); do outro, “o conceito científico requer, para a sua formação, o amadurecimento das funções psicológicas superiores²⁰ (FPS), como: atenção e lembrança voluntárias, memória ativa, pensamento abstrato, raciocínio dedutivo”, entre outros (COSTA; ECHEVERRÍA, 2013, p. 341), constituindo “uma forma original de colaboração sistemática entre o [mediador] e a criança, colaboração essa em cujo processo ocorre o amadurecimento das FPS” (VIGOTSKI, 2001, p. 244).

No ensino de Termoquímica, por exemplo, a utilização dos conceitos relacionados a essa temática, compõe uma rede de conceitos que se inter-relacionam. Estes mesmos conceitos são, por vezes, trabalhados em diversas outras situações do cotidiano do estudante e, até mesmo, em níveis de escolaridade diferentes da que o Ensino de Termoquímica é colocada.

No entanto, mesmo que os conceitos científicos sejam parte de redes altamente sistemáticas, não existe uma única forma de concatená-los, nem uma hierarquia extremamente rígida a ponto de não permitir uma multiplicidade de sequências conceituais. Um conceito pode ser abordado em diferentes níveis de complexidade, sendo retomado em diferentes momentos e em diferentes sistemas conceituais (COSTA; ECHEVERRÍA, 2013, p. 349).

Nesse sentido, é essencial a compreensão por parte dos professores dos conceitos e suas várias relações para que eles sejam abordados em momentos diversos sem que se perca o sentido conceitual. Considerando às várias possibilidades de sistematização dos conceitos, a escolha dos conteúdos precisa estar diretamente ligada às finalidades do ensino de forma a ter

¹⁹ A invenção e o uso dos signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.) é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico (VIGOTSKI, 2007, p. 52). Ou seja, os signos são estímulos artificialmente criados para a representação dos estímulos-objeto (coisas, pessoas) e para a acumulação de experiências acerca do meio: o caminho da criança à coisa, e da coisa à criança passa por outra pessoa (TOASSA, 2006, p. 78).

²⁰ Funções Psicológicas Superiores (FPS), compreendem às funções mentais diretamente relacionadas a tomada racionalizada da consciência, ou seja, funções como o pensamento, memória ativa, formação de conceitos, etc.

sentido para os estudantes. No A-4 o autor chama a atenção para a escolha dos conteúdos que muitas vezes são aleatórias e correm o risco de perder o valor educativo devido à redução de significados:

Nem sempre as razões para as escolhas [dos conteúdos] efetuadas estão claramente associadas às finalidades do nível de ensino e o resultado da transposição didática exhibe uma redução de significado tamanha que os conceitos podem perder seu valor educativo (A-4).

Nesse artigo, os autores apontam para a não abordagem do conteúdo de Entalpia nos estudos de Termoquímica, pois a forma como este conceito é trabalhado no EM leva a “entalpia escolar a possuir um potencial explicativo maior que a entalpia científica, o que é um contrassenso” (A-4). Ainda sinaliza que,

Compreender o significado de entalpia requer conhecer o problema que lhe deu origem e o encaminhamento da solução. Caso contrário, pode acontecer que os alunos apenas memorizem mecanicamente uma expressão para uso escolar, sem qualquer vínculo com os outros ambientes onde vivem (A-4)

Vigotski (2001) afirma que a palavra que está desvincilhada de um significado é apenas uma verbalização sem propósito, pois, “o significado é um traço constitutivo indispensável da palavra” (p. 398). Ainda, aponta para o sentido de que a palavra vinculada ao significado, pode “ser reforçada ou debilitada” (p. 399). Isto, por vezes, acontece no processo de ensino e aprendizagem da Termoquímica, como sinaliza A-3:

[O ensino de] termoquímica, envolve o uso de alguns conceitos – energia, calor, temperatura – que já estamos acostumados a usar no nosso dia-a-dia. Essas palavras, no entanto, não têm o mesmo significado na ciência e na linguagem comum. Isso tem sido causa de dificuldades no ensino de química, pois na maioria das vezes o professor trabalha conceitos mais avançados como calor de reação, lei de Hess etc., sem uma revisão dos conceitos mais básicos (A-3).

Para tanto, precisamos entender que as palavras, associadas a um contexto, se ligam diretamente a um objeto ou situação, o rompimento desse vínculo direto para a generalização²¹ conceitual, indo do concreto ao abstrato (e voltando do abstrato para o concreto), característico da percepção real para a construção de outros sentidos mais complexos. Isso requer do estudante uma mudança no paradigma da formação conceitual e que não acontece sem a mediação. Nos apoiamos nas ideias de Costa (2017) ao afirmar que, “ao trabalharmos com os conceitos, é necessário considerar o significado, que é uma zona mais estável do sentido, lidando com as polissemias, indo em direção aos conceitos elaborados culturalmente” (COSTA, 2017, p. 89). As abordagens didático-pedagógicas precisam considerar que as palavras básicas para o estudo de conceitos mais complexos na Termoquímica são polissêmicas e estão altamente presentes no cotidiano e o professor é importante neste processo de mediação entre conceitos científicos e espontâneos como sinaliza **A-16**, citando Mortimer e Scott (2002):

O professor, nesse processo de ensinar ciências, configura-se como elemento de fundamental importância. Ao estabelecer relações nas situações de ensino, o professor cria condições para que o aluno se aproprie do conhecimento científico, pois “as interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 1) (A-16).

Além disso, como aponta **A-16**,

Em nosso entendimento, a construção de significados em sala de aula é um processo mediado pela linguagem. Quando os conceitos científicos, formais, são explicados por meio de palavras, as abstrações passam a figurar na mente de quem aprende (A-16).

O professor, agente preponderante para o direcionamento da significação da palavra por meio da linguagem e mediação entre o contextual e o conceitual, auxilia no uso do conceito em vários contextos, ampliando as redes de significados. Esta relação só se dá por meio do constante diálogo entre quem aprende e quem ensina.

²¹ Segundo Barroco e Superti (2014), “esta pode ser compreendida como processo de organização da consciência a partir de leis extraídas de dadas situações ou experiências, sendo ela (a consciência) entendida como síntese das funções superiores, pautada em vínculos hierárquicos semânticos, construídos com base na apropriação dos significados das palavras” (p. 25).

Assim, é muito importante reconhecer o papel do diálogo no processo de ensino e aprendizagem. Este ponto é crucial para a promoção da cidadania, pois por meio da participação acreditamos que os seres humanos assumam uma posição de comprometimento com os problemas socioculturais e ambientais vinculados a sociedade (SANTOS, 2011) e por isso é tão importante o relacionamento das ciências com temas sociais, culturais, ambientais, etc. “Isso significa que a participação precisa ser desenvolvida na escola, pois não é a simples concessão de um diploma de escolarização que vai garantir a efetiva participação na sociedade” (SANTOS, 2011, p. 302).

Como sinaliza **A-20**,

Assim, a linguagem é o instrumento do qual os professores se apropriam para controlar o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes. É através dos processos conversacionais que ambos compartilham e constroem o conhecimento em sala de aula. É nesse intercâmbio entre aluno-professor que os discentes se desenvolvem, já que o docente é o representante legítimo da cultura científica nessa relação: o docente “lidera as discussões com toda a classe” (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 284) e tem a função de tornar a sala de aula um ambiente propício para promover o desenvolvimento cognitivo do aluno (A-20).

Como afirma Paulo Freire (2016), é importante que haja uma “devolução organizada, sistematizada e acrescentada ao povo” (p. 116), ou seja, o conteúdo programático deve ser construído e estruturado à medida em que, por meio do constante diálogo entre professor e estudantes, se adeque às necessidades da realidade escolar, de quem aprende. Essas questões precisam ser consideradas no momento da estruturação de um material didático, neste caso o guia didático, independentemente dos conceitos abordados.

A linguagem é antes de tudo um meio de comunicação entre os sujeitos (VIGOTSKI, 2001) e caracteriza a pronúncia do mundo. E ela também se relaciona diretamente à construção dos conceitos, sendo uma função do pensamento. E é nessa constante interação entre o contexto sócio-histórico-cultural (e ambiental) e a construção de conceitos científicos que identificamos algumas das recorrentes dificuldades do processo de ensino e aprendizagem da Termoquímica.

Como sinaliza **A-6**, a construção do conhecimento,

[...] tem se realizado por meio de proposições científicas, apresentadas na forma de definições, leis e princípios e tomados como verdades de fato, sem maior problematização e sem que se promova um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real (A-6).

Dessa maneira, a construção do conhecimento científico é dificultada, pois o estudante traz consigo seu conhecimento espontâneo, adquirido ao longo do seu desenvolvimento, relativo aos aspectos culturais, sociais, entre outros, e a Termoquímica, como uma temática que faz parte processo educativo da Química no EM, é, por vezes, apresentada cientificamente desconsiderando que este é um componente da construção histórica do ser humano e que seus conceitos podem ser acessados à luz da realidade dos estudantes. A problematização é essencial para se questionar e pensar os conceitos e assim haver um diálogo mais estreito entre teorias e evidências do mundo real. Ponto este essencial ao se pensar os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula.

No EC, bem como no Ensino de Termoquímica, “é importante considerar que o conhecimento científico é, ao mesmo tempo, simbólico por natureza e socialmente negociado” (DRIVER et al., 1999, p. 32). Concordando com Chassot (2018), os estudantes não são analfabetos cientificamente, o que é necessário ser trabalhado nesta perspectiva é a forma como o professor auxiliará no entendimento da linguagem específica das ciências, ou seja, em como as representações teóricas apresentadas podem ser compreendidas no cotidiano.

Como exemplo da dificuldade em compreender a linguagem específica da Termoquímica, como sinaliza **A-6**, ao aplicar preliminarmente uma atividade lúdica para o ensino de conceitos termoquímicos, descobriu-se que:

Os alunos acreditavam que havia dois tipos de energia distintas, uma ‘fria’ e uma ‘quente’, o que corrobora que a noção cotidiana de que o calor está ligado a uma temperatura elevada e o frio a uma temperatura baixa (A-5).

Essa ideia de dois tipos diferentes de energia, está diretamente relacionada ao fato de que a química utiliza da simbologia para representar os mais diversos aspectos das transformações que ocorre no mundo natural. Neste caso, os estudantes acreditavam existir uma energia positiva e outra negativa, o que é representado pelos sinais de + e – (adição e subtração/mais e menos) que correspondem à:

[...] um referencial para que se mostre a transferência dessa energia em uma reação, ora necessitando dessa energia para formar produto, ora liberando essa energia com o mesmo fim (A-5).

É nessa perspectiva que se engendra uma outra dificuldade na construção do conhecimento da Termoquímica, que está diretamente relacionada a formação da rede de conceitos nessa temática, a simbologia e linguagem específica da Química.

A relação representativa dos símbolos de adição e subtração apresenta como, no dia a dia, lidamos com os significados das palavras. Ora, é concebível imaginar que estes símbolos apresentam o aumento e a diminuição, neste caso, da temperatura, isso está, plausivelmente em concordância com o contexto de relacionamento que temos com os números, por exemplo ($1+1=2$, assim como, $2-1=1$). No cotidiano não os significamos, basicamente, além das suas características de aumento e diminuição.

Outra justificativa para a construção desse tipo de pensamento está associada a relação feita pelos estudantes entre temperatura e calor. Na construção do significado dado a palavra temos que,

[...] concepções cotidianas de calor e temperatura, [são] considerados similares, pela concepção cotidiana de que calor é diretamente proporcional à temperatura (A-16).

A ideia de que calor é diretamente proporcional a temperatura tem sua origem na maneira como lidamos com o 'calor' na vida cotidiana. As expressões 'faz muito calor', 'calor humano' etc. são exemplos de como essa ideia está arraigada na linguagem. Afinal, só dizemos que 'faz muito calor' quando a temperatura está alta. Essas ideias fazem com que os conceitos de calor e temperatura sejam muitas vezes considerados idênticos (A-3)

[...] uma atividade central dessas ciências [Química, Física e Biologia] é a modelagem, ou seja, a construção de modelos do mundo físico, por meio dos quais as pessoas pensam sobre os fenômenos, explicando-os e fazendo previsões sobre eles (A-9).

Este aspecto é de suma importância para o EQ. O uso de simbologia, equações e modelos de representação, precisam ser utilizados a partir do reconhecimento de um objeto como representante e não como realidade concreta. Cabe ao professor estabelecer e trabalhar os modelos apresentando os representantes mentais que se estruturam para o entendimento do fenômeno.

É nessa perspectiva que são delimitadas categorias fundamentais, relacionadas às atividades cognitivas de construção do conhecimento (descrição, explicação, generalização e definição) as quais, geram outras categorias ainda maiores no EQ, que são: analogia, comparação, classificação, exemplificação e cálculo (SILVA; MORTIMER, 2009). Dessa forma, o professor auxilia no entendimento dos conceitos básicos e sua relação com a realidade.

A dinâmica entre o conhecimento teórico, as representações e as linguagens específicas auxiliam no processo de compreensão da visão microscópica da Química e os fenômenos que dão ao ensino uma perspectiva real do Ensino de Química. Para a devida efetivação é necessário que três aspectos compareçam (aspecto teórico, fenomenológico e representacional) igualmente. Como afirma Mortimer et al. (2000), “a produção de conhecimento em Química resulta sempre de uma dialética entre teoria e experimento, pensamento e realidade” (p. 277). Sendo assim, o conhecimento do cotidiano ganha relevância de modo que se comunica com que é ensinado pela química.

Da mesma forma, como acontece com os conceitos de calor e temperatura, o conceito de energia adquire alguns distintos significados no cotidiano e na construção do conhecimento científico. A palavra é polissêmica, não há dúvidas que uma mesma palavra possa adquirir vários e diferentes sentidos, os quais dependem do contexto em que são empregadas. Arraigada aos conceitos espontâneos, esses termos se confundem quando no processo de construção dos conceitos científicos. Como apresenta **A-2**,

Com o primeiro princípio da Termodinâmica ²², o termo energia passou a ser bastante utilizado no vocabulário científico (A-2).

Como sinalizam **A-5** e **A-3**,

²² A primeira lei da termodinâmica apresenta que, em um sistema isolado, a sua energia interna é constante. O estudo de Termoquímica se baseia nesta lei: a lei da conservação de energia.

A palavra energia tem origem grega [energéia] e significa força ou trabalho, podendo ser definida como a capacidade para realizar trabalho, conceito que é hoje amplamente utilizado (A-5).

*A definição clássica — a capacidade de realizar trabalho — está relacionada ao uso das primeiras máquinas térmicas, nas quais a **energia química** de combustíveis como a madeira era usada para a produção de vapor, que as movimentava (A-3) [grifo nosso].*

Diversos autores destacam esse conceito de energia quando dão início a discussões acerca do conteúdo de Termodinâmica, podemos citar: Atkins e Paula (2013); Atkins e Paula (2011); Atkins e Jones (2014). No entanto, após essa conceituação, os autores já iniciam conceitos mais amplos e mais complexos, isso acontece, pois, o termo energia é discutido no primeiro ano do EM e ao segundo ano, tanto os produtores dos materiais didáticos quanto os professores seguem o conteúdo programático, considerando que “energia” foi apreendido no ano letivo anterior, logo, para que se cumpra o currículo determinado não é interessante que voltem ao que já foi “compreendido”.

Se considerarmos que, para evitar a confusão feita pelos estudantes na relação conceitos do cotidiano e científicos, de modo a superar as dificuldades no ensino e aprendizagem, precisamos dar respaldo a questões conceituais que discutem os termos fundamentais da Termoquímica: Energia, Calor e Temperatura. Esses conceitos basilares são discutidos em vários artigos quanto as dificuldades enfrentadas pelos estudantes no que concerne à construção de conceitos científicos mais complexos. Como afirma **A-3**,

Embora seja um conceito básico para o entendimento da maioria dos fenômenos de interesse da ciência, não é simples definir energia (A-3).

Para discutir sobre a utilização do termo energia, por exemplo, **A-2**, fala do cuidado que precisamos ter com os termos ao utilizar o modelo de conservação de energia como explicação,

Diz-se sem maiores problemas, que a corda de um arco — quando esticada — armazena energia potencial elástica, que é convertida em energia cinética do movimento descrito pela flecha. Dentre muitas outras transformações energéticas de amplo domínio,

destaca-se a produção de energia elétrica a partir das quedas d'água: a energia potencial da água é transformada em energia cinética e esta é convertida em energia elétrica. Não há dúvida de que o princípio de conservação de energia é um modelo explicativo bem-sucedido, mas é preciso ter cuidado com alguns de seus usos, como acontece quando se fala na conversão da chamada energia química em outras formas de energia e vice-versa (A-2).

Os autores utilizam o exemplo de Gleiser (1997, p. 217 *apud*. A-2) que afirma que: *A quantidade total de energia deve ser a mesma, antes e depois: a energia química armazenada no óleo da lamparina é igual à energia usada para aquecer o ar à sua volta e no interior do cilindro mais a energia potencial gravitacional do pistão na posição elevada (A-2).*

Eles ainda sinalizam que:

*Na verdade, o que é convertido em calor (energia térmica) e em trabalho mecânico não é a energia química armazenada no óleo e sim o **saldo energético** no processo de queima. Na reação de combustão, dentre os diversos fatores que contribuem para a produção de energia, os mais significativos são os referentes à quebra e à formação de ligações químicas intra e intermoleculares: o processo de quebra das ligações da(s) substância(s) combustível(eis) e do comburente é endotérmico, enquanto o processo de formação de novas ligações nos produtos é exotérmico. A energia térmica resultante (a energia liberada é maior que a absorvida) da combustão – e não simplesmente a energia química contida no óleo – é que permite aquecer o ar, mover o pistão, etc. (A-2).*

Não foi percebido erros conceituais em relação aos conteúdos Químicos abordados pelos artigos. Os autores, fazem uso de analogias quando trabalham conceitos cotidianos, pois, como afirma Mortimer (2000), o conhecimento é contextual, tanto professores como alunos utilizam desse recurso para compreender, estudar e explicar os diversos fenômenos que compõe o nosso dia a dia.

Energia, segundo Atkins e Paula (2011; 2013) é a capacidade de realizar *trabalho*. A energia total de uma partícula é dita como sendo a soma das suas energias cinéticas e potencial.

Energia cinética é a energia associada ao movimento. Quanto maior ela for, tanto maior a velocidade de translação, a velocidade de rotação e/ou a frequência de vibração das partículas (BARROS, 2009). A energia potencial é a energia que ele possui devido à sua posição. A dependência precisa com a posição depende do tipo de força que atua sobre o corpo (ATKINS; PAULA, 2011). A percepção da energia potencial é mais difícil do que da cinética. Ela só se mostra evidente quando se transforma em trabalho ou em outras formas de energia, pois ela está associada às interações entre núcleos e elétrons e relaciona-se a posição das partículas (BARROS, 2009).

Esses conceitos que trazem os materiais didáticos discutem aspectos da energia, mas não explicam a natureza da energia. Como afirma **A-1**,

Contudo, essa definição nada diz sobre a natureza mais específica da energia (A-1)

Não há dúvida de que o princípio de conservação de energia é um modelo explicativo bem-sucedido, mas é preciso ter cuidado com alguns de seus usos, como acontece quando se fala na conversão da chamada energia química em outras formas de energia e vice-versa (A-1)

Concordamos com Costa (2017) quando afirma que os conceitos científicos são “aqueles que possuem características como: maior desvinculação de um referente empírico, a inserção em uma rede complexa de relações com outros conceitos e o uso deliberado dos mesmos” (p. 78) e nessa perspectiva, sinaliza **A-17**,

Os alunos estudam durante o ensino fundamental e médio, principalmente no 2º ano do ensino médio, tanto em física como em química, a natureza do calor, a qual está intrinsecamente relacionada aos conceitos de energia e temperatura. Esses termos, novamente, e Teresina se relacionam diretamente com o sujeito, uma vez que essa cidade é conhecida por suas altas temperaturas (A-17).

No artigo **A-17**, os autores analisaram as representações sociais do conceito de calor de estudantes da graduação em Química, e assinalam que,

As representações podem ser construídas a partir dos conhecimentos científicos quando amadores tentam absorver os conhecimentos do mundo científico para o mundo delas. As representações sociais possuem o papel, portanto, de transformar o não familiar em familiar (MOSCOVICI, 1978) (A-17).

E concluem o trabalho ressaltando que, os conceitos científicos dos estudantes estão diretamente ligados aos aspectos sociais e culturais, dessa forma, identificaram que tanto as representações sociais, quanto as representações relacionadas aos conceitos possuem a mesma origem, o contexto sócio-histórico-cultural. De fato, é o que acontece com os conceitos basilares.

Como afirma Pozo e Gómez Crespo (2009), os conceitos espontâneos são relevantes pois, “a produção do conhecimento científico requer construir estruturas conceituais mais complexas a partir de outras mais simples e, provavelmente, estabelecer usos diferenciais para cada um dos contextos de aplicação dessas teorias” (p. 135). E são eles, os conceitos do cotidiano, em toda sua conjuntura, que, por meio do estabelecimento de relações com os conceitos científicos, formarão uma rede complexa conceitual, a partir da qual “podem e devem ser trabalhadas as diferentes mudanças procedimentais, de atitude e conceituais que é necessário para conseguir uma aprendizagem mais eficaz, duradoura e transferível” (POZO, GÓMEZ CRESPO, 2009 p. 135).

No conceito de energia, a sua rede de conceitos complexa, incluem conceitos como: calor e temperatura. Por isso é que, como aponta **A-1**

Antes de representar as reações químicas através de equações, é importante discutir algumas características desse tipo de transformação [que envolvem o conceito de energia], como o fato de que as reações envolvem trocas de energia e que elas podem ocorrer em diferentes taxas, o que depende de fatores como temperatura, estado físico, superfície de contato e concentração dos reagentes, entre outros. Essa discussão deve ser bem introdutória, pois esses temas são normalmente abordados com mais detalhes no estudo de termoquímica, cinética e equilíbrio. Também aqui podem ser usados fenômenos bem simples para evidenciar essas características. Por exemplo, a dissolução do comprimido antiácido efervescente usando água a diferentes temperaturas e o comprimido inteiro ou em pó são experimentos simples que permitem evidenciar alguns desses fatores. (A-1).

Um ponto importante e que deve ser apontado quando utilizamos as representações para facilitar o entendimento dos conceitos químicos, e apontado anteriormente, diz respeito a linguagem específica que a Química possui. Chassot (2018), chama atenção para este aspecto, quando apresenta que por haver uma linguagem específica, subentende-se que existam indivíduos que não saibam falar esta língua. Logo, o autor aponta para a necessidade de destacar dois pontos que circunscrevem a linguagem Química, a *universalidade* e a *aplicabilidade*.

Na química, é incontestável que haja uma linguagem universal, pois como afirma o autor, “se considerarmos a situação particular das fórmulas, como também as convenções que envolvem a cinética e a termodinâmica de reações químicas” (CHASSOT, 2018, p. 183), as representações dos elementos periódicos, os modelos atômicos, entre outros, fica claro a existência uma linguagem específica. Segundo o autor, essa linguagem torna “o sistema assíncrono²³, dificultando o entendimento, ou seja, atrapalha o desenvolvimento de conceitos científicos nos estudantes” (CHASSOT, 2018, p. 183-184).

Para “as referências que se podem fazer à *aplicabilidade* da linguagem química” (CHASSOT, 2018, p. 184, grifo do autor), o autor direciona para o sentido de uma facilitação da leitura do mundo. Entretanto, indica que antes de “facilitar”, é necessário que os professores promovam uma educação para a inquirição, para o questionamento, principalmente, do porquê dos acontecimentos no mundo. O autor afirma que, “os alunos, usualmente, não têm curiosidade para responder às coisas mais simples, às vezes instigantes” (CHASSOT, 2018, p. 184). É nessa vertente que o artigo **A-1**, se desdobra em discutir os aspectos relacionados as concepções que os estudantes trazem sobre reações químicas. Os autores, utilizam da apresentação de fenômenos simples para trabalhar conceitos basilares que servirão, insistimos nesta proposta, na construção de conceitos científicos mais complexos.

O artigo **A-1**, além de apresentar as dificuldades conceituais no aprendizado da Química, faz alusão a uma outra dificuldade recorrente no ensino de conceitos científicos, os aspectos relacionados as explicações fenomenológicas e atômico-moleculares, pois, como apresentam os autores,

Essa dificuldade em ultrapassar os aspectos perceptivos faz com que os alunos muitas vezes não reconheçam o papel de reagentes e produtos não tão perceptíveis, como por exemplo os gases (A-1).

²³ O autor utiliza “sistema assíncrono” no sentido de indicar o processo de ensino e aprendizagem.

Associada aos aspectos microscópicos das explicações conceituais, a linguagem química (símbolos, formas, equações, entre outros) permite a representação dos aspectos dos condicionantes atômicos-moleculares, ou seja, por meio do uso dessas representações, é possível que o estudante compreenda o conhecimento científico que as representações fenomenológicas não são capazes de apresentar.

Com o intuito de compreender melhor essa outra dificuldade, no tópico que se segue, trataremos de apontar discussões sobre os aspectos microscópicos e macroscópicos deste ensino. Dessa maneira, nos debruçaremos em propor uma melhor relação para essas explicações em acordo com as ideias propostas pelos autores dos artigos analisados e nossas interpretações dos textos.

3.2 A natureza microscópica dos fenômenos e a dificuldade de abstração

A segunda categoria apresenta uma recorrente dificuldade encontrada nos artigos analisados da QNEsc. Esta dificuldade diz respeito a natureza microscópica e macroscópica relacionadas as explicações dos fenômenos e o teor de abstração delas. Como sinaliza **A-10**, **A-17** e **A-1**:

Considerando o nível microscópico, nota-se que os estudantes nem sempre têm uma boa compreensão do significado da energia interna de um sistema nem de suas constituintes – a energia cinética e a energia potencial das partículas que o forma (A-10).

Uma das dificuldades inerentes ao ensino e aprendizado de conceitos química diz respeito à natureza microscópica e abstrata destes, característica comum à maioria dos conhecimentos químicos (A-17).

Ainda nesse nível, existem dúvidas quanto à associação de ruptura e formação de ligações (ou de interações intermoleculares) com absorção e liberação de energia,

como também quanto à identificação desses fenômenos com alterações na energia potencial das partículas envolvidas (A-10).

Uma das maiores dificuldades que os alunos do ensino médio e fundamental enfrentam ao estudar as reações químicas está relacionada à grande extensão e generalidade desse conceito. Estudantes dificilmente reconhecem similaridades entre fenômenos que têm aspectos perceptivos bem diferenciados. Afinal, o que pode haver em comum entre fenômenos tão diferentes como a combustão de uma vela, o enferrujamento de um prego ou a dissolução de um comprimido antiácido? (A-1).

Essa dificuldade em ultrapassar os aspectos perceptivos faz com que os alunos muitas vezes não reconheçam o papel de reagentes e produtos não tão perceptíveis, como por exemplo os gases. Estudantes tendem, também, a generalizar algumas explicações válidas para mudanças de estado, ou mesmo a confundir uma transformação química com uma mudança de estado (A-1).

Compreendemos que a mudança dos conceitos do âmbito fenomenológico para atômico-molecular requer uma movimentação para o plano abstrato. Como afirma Costa (2017), “o sujeito com uma rede conceitual estruturada, com graus de generalidade mais amplos, consegue partir do concreto para o abstrato e ir para além da aparência do real” (COSTA, p. 78). Isso acontece, pois, o estudante,

Forma uma nova estrutura de generalização primeiro com uns poucos conceitos, habitualmente adquiridos, por exemplo, no processo de aprendizagem; quando já domina essa nova estrutura, por força disto reconstrói e transforma a estrutura de todos os conceitos anteriores. Deste modo, não se inviabiliza o trabalho anterior do pensamento, os conceitos não são recriados a cada novo estágio, cada significado isolado não deve por si mesmo executar todo o trabalho de reconstrução da estrutura (VIGOTSKI, 2001, p. 374-375).

Recorremos aos estudos de Pozo e Gómez Crespo (2009), em que afirmam haver três tipos principais de conteúdos conceituais: *os dados, os conceitos e os princípios*, para compreender as causas dessa dificuldade para o processo de ensino e aprendizagem na Termoquímica.

Segundo os autores, “um *dado* ou um fato é uma informação que afirma ou declara algo sobre o mundo” (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009, p. 78). Os fenômenos e aspectos macroscópicos estão diretamente ligados aos dados (ou fatos) disponíveis. Alguns dados

perpassam o cotidiano dos seres humanos e, naturalmente, compõe a realidade das pessoas. No entanto, outros são apresentados e são ensinados em sala de aula.

A significação dada aos fatos, ou dados, como discutimos no tópico 3.2, demanda utilizar *conceitos*, “ou seja, relacioná-los dentro de uma rede de significados que explique por que ocorrem e que consequências eles têm” (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009, p.78-79).

Portanto, pretender que os alunos aprendam a ciência como um conjunto de dados ou como um sistema de conceitos implica formas completamente diferentes de orientar o ensino dela e, por conseguinte, atividades de ensino, aprendizagem e avaliação também completamente diferentes (POZO, 1992 apud. POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009, p. 79).

Podemos distinguir, nessa dinâmica de conteúdos conceituais, *conceitos de princípios*, se considerarmos que estes [os princípios], “são conceitos muito gerais, com um grande nível de abstração, que geralmente são subjacentes à organização conceitual de uma área, embora nem sempre sejam suficientemente explícitos” (POZO; GÓMEZ CRESPO, 2009, p.78-79).

A-10, se debruça em explicar micro e macroscopicamente o conceito de temperatura, elucidando processos simples e fazendo considerações teóricas sobre o fato. Apontam inicialmente uma situação em que dois corpos em contato diatérmico²⁴, funcionam como referente para a compreensão de transferência de energia, na forma de calor, bem como em qual direção ocorrerá essa transferência. Supõem-se que, neste caso:

[...] é possível a troca de calor entre os corpos [...]. Se não houver transferência de energia, na forma de calor, diz-se que existe equilíbrio térmico entre os corpos e que eles têm a mesma temperatura. Caso contrário, a transferência de energia ocorrerá na direção da maior temperatura para a menor. Deve ser notado que o termo calor é mais apropriadamente empregado como um processo de transferência de energia do que como uma forma de energia (BEATIE apud CASTELLAN, 1986) (A-10).

Deve, ainda, ser mencionada a relutância para admitir-se que, se dois sistemas, como o gelo fundente e a água líquida, têm a mesma temperatura, as partículas que os constituem têm a mesma energia cinética média (A-10).

²⁴ Condições diatérmicas dizem respeito a uma fronteira termicamente condutora (‘dia’ é uma palavra grega que quer dizer ‘através’) se uma mudança de estado é observada quando dois corpos com temperaturas diferentes são postos em contato. Um recipiente de metal, por exemplo, tem paredes diatérmicas (ATKINS; PAULA, 2013, p. 17).

Em termos microscópicos, a temperatura de um sistema é um parâmetro que se relaciona diretamente com a energia cinética média das partículas que o constituem (BARROS, 2009). Lembramos aqui que partícula pode se tratar de átomos, moléculas, íons. Um outro exemplo utilizado nesse artigo, fez referência ao uso do termômetro de mercúrio. Se o termômetro é inserido em um líquido com temperatura superior a ambiente:

Os choques entre as partículas do líquido, em constante movimento térmico, com o bulbo de vidro do termômetro, transferem energia para o vidro, aquecendo-o. Este, por sua vez, transfere energia para o mercúrio, provocando a sua dilatação. Quanto mais intenso o movimento das partículas do líquido, tanto mais energia é transferida e tanto maior a dilatação do mercúrio, ou seja, tanto maior a temperatura. Assim, em última análise, pode-se dizer que o termômetro mede a quantidade média do movimento das partículas que estão em contato com ele (A-10).

[...] em condições adiabáticas, aqueles processos, que realizados diatermicamente são endotérmicos, resultam em diminuição da temperatura do sistema, enquanto os exotérmicos resultam em aumento (LIMA e cols., 2008) (A-10).

O conceito de temperatura, do ponto de vista científico, deriva da observação de que energia pode fluir de um corpo para outro quando eles estão em contato. A temperatura é a propriedade que nos diz a direção do fluxo de energia (A-3).

Os autores afirmam que, se a energia térmica (calor) flui de um **A** para um corpo **B**, o direcionamento indica que o corpo **A** está com a temperatura superior ao corpo **B**. Neste momento, é muito importante o cuidado ao tratar de calor e direcionamento. Este exemplo de conceituação da temperatura, pode servir para estabelecer relação com calor.

O calor, como fluxo de energia, sempre passa de um sistema a uma temperatura maior para um outro a uma temperatura menor, quando os dois estão em contato (A-3).

O calor é, dessa maneira, diretamente proporcional à diferença de temperatura entre os dois sistemas entre os quais está havendo a transferência de calor, e não à temperatura de qualquer dos sistemas (A-3).

Para evitar a confusão feita pelos conceitos cotidianos de calor e temperatura, **A-3** propõe uma atividade sensorial:

[...] sugere-se que os alunos toquem dois blocos — um de madeira e outro de alumínio — e tentem avaliar, pelo toque, suas temperaturas. Esses blocos devem conter um orifício para que possa ser introduzido um termômetro. Após a avaliação da temperatura pelo tato, os alunos deverão introduzir um termômetro nos orifícios de cada um dos blocos e anotar a temperatura. A constatação de que a temperatura dos dois blocos é a mesma, apesar de o bloco de alumínio parecer mais frio, causa certo espanto e alguma dificuldade para os alunos (A-3).

A conclusão mais importante dessa atividade é que nem sempre a sensação de quente e frio corresponde a uma diferença real de temperatura. No caso estudado, o que ocorre é que a mão está numa temperatura maior que a temperatura dos blocos. Quando a mão — uma fonte de calor — toca os blocos, há uma modificação na temperatura dos blocos. Nessa situação, nosso corpo estava em uma temperatura maior que a temperatura ambiente, que é também a temperatura dos blocos. Nesse caso, houve transferência de energia do nosso corpo para os blocos. A temperatura do metal se modifica mais rapidamente do que a da madeira, o que provoca a sensação de que o metal está mais frio do que a madeira (A-3).

Essa atividade auxilia na compreensão do termo calor quando tratado cientificamente, bem como, auxiliado pela compreensão anterior de temperatura assumimos que o risco de confusão entre conceitos (cotidianos e científicos) é menor e menos provável. A realização desses tipos de atividades contribui para desenvolver a capacidade de investigação e formulação de hipóteses, não possuem uma complexidade na sua realização, e precisam ser estimuladas nas aulas de ciências.

A partir desses condicionantes que relacionam energias envolvidas nos processos químicos, pode-se compreender a fundo questões macroscópicas a partir de explicações microscópicas. Barros (2009) afirma que:

(...) uma explicação molecular dos fenômenos enriquece a compreensão destes e muito contribui para ela. Em especial, a discussão dos aspectos microscópicos permite

abordar a dinâmica dos processos de transferência de energia e possibilita a introdução do fator tempo nesses processos (BARROS, 2009, p. 244).

Dessa maneira, abordaremos, no tópico 3.4, a abordagem temática, a experimentação, a utilização de atividades lúdicas, bem como, os aspectos didáticos-pedagógicos como vertente de elaboração de uma abordagem conceitual. Essa categoria nos dá subsídios para aprofundarmos na reflexão do “como” trabalhar os conceitos de termoquímica no Ensino Médio.

3.3 Contextualização e experimentação como recurso didático-pedagógico

Nossa terceira categoria foi estruturada a partir do aprofundamento da análise da unidade de significado **Aspectos didáticos-pedagógicos** e seu melhor relacionamento com as outras unidades. Associada as dificuldades previamente apresentadas, neste tópico, abordaremos algumas questões relacionadas aos aspectos didáticos-pedagógicos. Iniciaremos nossas discussões apontando para o uso da contextualização na abordagem dos conteúdos, recurso explicitado na maioria dos artigos.

Vale ressaltar que as estratégias didático-pedagógicas mais utilizadas e indicadas nos artigos analisados foi a contextualização e experimentação no ensino de Termoquímica.

A contextualização foi indicada várias vezes como forma de proporcionar a relação conteúdo-contexto, bem como sinalizam o **A-12** e o **A-13**:

Contextualizar consiste em realizar ações buscando estabelecer a analogia entre o conteúdo da educação formal ministrado em sala e o cotidiano do aluno ou de sua carreira, de maneira a facilitar o processo de ensino-aprendizagem pelo contato com o tema e o despertar do interesse pelo conhecimento com aproximações entre conceitos químicos e a vida do indivíduo (A-12).

[...] contextualização é um processo educativo tal que ações didáticas são promovidas, tendo em vista o estabelecimento de analogias entre o conteúdo do saber disciplinar e o cotidiano de vida do educando e/ou de sua futura carreira profissional (FREIRE; et al, 2008; UHMANN; MALDANER, 2004; ALMEIDA; et al, 2004). Facilita sobremaneira o

processo de ensino-aprendizagem da Química pelo contato com os assuntos desse saber, propiciando o desenvolvimento do interesse discente pelo conhecimento químico nas aproximações possíveis de se fazer entre conceitos da disciplina e aplicabilidade deles [...] (A-13).

Assim como,

[...] é uma forma de abordagem dos conteúdos que permite inserir a ciência e suas tecnologias em uma perspectiva histórica, social e cultural, incluindo os aspectos práticos e éticos de sua produção e ação no mundo contemporâneo (A-18).

O que encontramos nos discursos acerca da contextualização no EQ, sobre a temática Termoquímica, é a apresentação de uma maneira de se abordar/trabalhar *o cotidiano*. Consideramos que as especificidades da contextualização podem variar de acordo com a intencionalidade do ensino, por exemplo: contextualização com enfoque sócio histórico, sócio científico, ou ambiental. Logo, ao abordar um tema cotidiano, pode-se fazer uma ponte entre o conhecimento químico e a realidade da sociedade, possibilitando uma maior participação crítica e fundamentada por parte dos alunos (COSTA, *et al.* 2005).

O trabalho de **A-12**, por exemplo, sinaliza para um EQ na vertente da formação militar de cadetes do exército brasileiro. Sendo possível a admissão para tal formação estudantes do último ano do EM e aqueles (até os 22 anos) que já tenham concluído. Neste artigo, é clara a ideia do autor em formar militares que tenham propriedade do conhecimento químico, principalmente, quando a proposição do Ensino de Termoquímica é direcionada ao manuseio e estocagem de explosivos. Esta é, segundo o artigo, um dos objetivos das escolas militares de cadetes do exército, imprescindível a formação de militares cada vez mais preparados. Como sinaliza **A-12**,

Os assuntos abordados em Termoquímica [...] têm por objetivo a análise de situações que envolvam calor e velocidade de reações, diretamente relacionados ao uso, manuseio e estocagem de explosivos, propelentes, munições e estabilidade química, assuntos basais na cadeira de química da AMAN [Academia Militar das Agulhas Negras]. Alguns dispositivos utilizam reações químicas exotérmicas para gerar o aquecimento instantâneo em refeições de campanha (A-12)

Todavia, cabe destacar que o processo de generalização²⁵ é muito importante para a implementação da contextualização no ensino. Dessa forma, acreditamos que o Ensino de Termoquímica não deva ser “reduzida a escolha de soluções possíveis previamente propostas ou mera representação democrática [...] cujos limites são bem conhecidos” (CACHAPUZ, 2016, p. 4), como é o caso deste trabalho.

Assim, concordamos com a concepção de Formação da Cidadania definida por Cachapuz (2016) quando apresenta que a cidadania moderna é aquela que valoriza o fator humano, o conhecimento, a cultura, a aprendizagem ao longo da vida, a participação na resolução de problemas, ainda, compreende ser uma cidadania:

[...] solidária que não se restringe ao imediato local nem sequer às fronteiras dos Estados Nação, já que a solidariedade transnacional é aí um eixo atuante: Chernobyl não se limitou aos céus da Ucrânia; o Prestige não se ficou pelas praias da Galícia (ainda estamos por saber os seus efeitos nos ecossistemas marinhos); a desflorestação da Amazônia não atinge só o Brasil. Estes são problemas que dizem respeito a todos e não só a alguns. Por isso mesmo necessitam de outras abordagens e outros saberes (CACHAPUZ, 2016, p.4).

Como afirma Cachapuz (2016), a nossa preocupação é propor a educação científica dos mais jovens, em que, sem dúvida, se faz uma tarefa tão urgente quanto difícil, bem como, fomentar processos auto reflexivos para o trabalho futuro. Seguindo a proposta educativa do autor, a intencionalidade educativa é ponto inicial para a mudança nesta postura de transformação de um EQ para a cidadania, logo, sugere-se três grupos como sugestão: aproximar a ciência dos cidadãos; melhorar a qualidade das políticas públicas; e fortalecer o sentido de comunidade, ou seja, antes de propor um ensino que se pretende formar cidadãos deve-se questionar para que queremos ensinar ciências/Química; o professor tem, ou ao menos deveria ter, a liberdade de selecionar o que melhor se encaixa em sua perspectiva de ação docente.

Cabe aqui uma ressalva sobre o processo de reflexão e formulação de questões para o desenvolvimento de aulas contextualizadas na perspectiva do cotidiano do estudante. Encontrase até mesmo nos documentos referentes as Orientações Curriculares para o Ensino Médio²⁶, certa preocupação com tal dinâmica, em que apontam para que um ensino pautado em temas

²⁵ Generalizar é uma ação mental consciente do indivíduo que por meio da palavra separa propriedades que se repetem em um grupo de objetos e utiliza a palavra em uma multiplicidade de outros objetos relacionando suas propriedades (características). Esse processo possui uma relação inseparável com a abstração e se constitui como fundamental para a formação dos conceitos científicos (DAVÍDOV, 1988, apud. COSTA, 2017, p. 76).

²⁶ Cabe salientar que este documento ao qual nos referimos não está mais em vigência. Contudo, possui seu valor histórico de construção na perspectiva do ensino contextualizado.

sociais não se torne meros elementos de ilustração e motivação, mas que possibilite a contextualização do conhecimento químico de maneira socialmente relevante (BRASIL, 2006, p. 117) e sugere ainda que:

Para isso, é necessária a articulação na condição de proposta pedagógica na qual situações reais tenham um papel essencial na interação com os alunos (suas vivências, saberes, concepções), sendo o conhecimento, entre os sujeitos envolvidos, meio ou ferramenta metodológica capaz de dinamizar os processos de construção e negociação de significados (BRASIL, 2006, p. 117).

O trabalho de **A-14**, por exemplo, sinaliza a proposição de um EQ que contemple o posicionamento dos estudantes sobre os alimentos industrializados que são consumidos pela sociedade. Dessa maneira, versa sobre como o conhecimento científico pode proporcionar um posicionamento crítico em relação a essa temática. Aponta para a possibilidade de mudança dos hábitos alimentares discutindo a questão dos aditivos químicos utilizados nos alimentos:

O referido tema enfatiza a importância da informação sobre o consumo exagerado de alimentos com aditivos alimentares. A educação alimentar e o combate aos exageros vivenciam muito o estudo e a sua aplicação na sala de aula. Assim, os documentos nacionais apontam para a saúde e a qualidade de vida, não devendo a escola negar-se a esclarecer à diversidade e ao acolhimento dos que dela esperam uma resposta não pronta, mas discutida, negociada e repensada, [...] (A-14)

Este estudo mostrou que a maioria dos estudantes [...] apresentava nos seus hábitos o consumo de alimentos com uma grande diversidade de aditivos, tendo como predominância os aromatizantes e, em menor quantidade, o nitrito de sódio. Por meio da exposição do tema em sala de aula e da mostra de conhecimentos, foi possível a conscientização a respeito dos benefícios e malefícios no consumo dos produtos com aditivos, possibilitando a tentativa ou sua mudança nos hábitos alimentares (A-14).

Por meio da Termoquímica, a discussão de rótulos de alimentos, a sua composição, se engendra no contexto dos alimentos com aditivos químicos. Essa abordagem temática pode proporcionar aos estudantes um posicionamento crítico sobre quais alimentos são disponibilizados pela escola, permite compreender a quantidade de energia necessária que cada ser humano necessita para executar suas tarefas no dia-a-dia, permite compreender a diferença

de energia cedida pelos alimentos considerados mais saudáveis que outros menos saudáveis, entre outros.

Ao contrário da contextualização proposta no artigo **A-12**, no artigo **A-14** observamos a preocupação com a mudança na postura dos estudantes em relação ao problema colocado, os aditivos químicos nos alimentos. Dessa maneira, os rótulos dos alimentos são utilizados no processo de ensino e aprendizagem e os aditivos alimentares impulsionam a discussão para outros contextos, tais como, quais os alimentos são mais saudáveis e o porquê, questionar se todas as famílias possuem condição de aderir a um novo tipo de alimentação, bem como, propor possíveis soluções para que todos tenham acesso a uma boa alimentação.

Pensando nessa mesma perspectiva de formação para a cidadania, o artigo **A-20**, propõe discutir um EQ que verse sobre a pluralidade de culturas ao se trabalhar conceitos científicos. Pensando a química experimental e tendo como respaldo a Lei 10.639/2003, utiliza as contribuições epistêmicas afro-brasileiras e africanas no EQ.

Esta investigação apresenta elementos de uma pesquisa participante em que um grupo, visando a análise e a intervenção social, busca promover a emancipação daqueles que estão socialmente excluídos (LE BOTERF, 1984) (A-20).

As aulas contextualizadas, pautadas no diálogo, também permite reconhecer a diversidade cultural que existe no mundo, e é imprescindível para a construção de um mundo mais justo e menos desigual. É nessa perspectiva de um ensino de Termoquímica contextualizado nos saberes afro-brasileiros e africanos que engloba questões relativas a diversos conceitos, que concordamos com os autores ao utilizarem o contexto do estudo da religiosidade e a importância do sabão, elencando aspectos da origem e de sua produção, para trabalhar os conceitos espontâneos e científicos para a formação da cidadania.

[...] educação científica para a cidadania deveria levar em consideração o contexto da sociedade tecnológica atual. Esse contexto é caracterizado de forma geral por um processo de dominação dos sistemas tecnológicos marcado por valores da dominação, do poder, da exploração que estão acima das condições humanas e que impõem valores culturais e oferecem riscos para a vida humana. Isso significa levar em conta a situação de opressão em que vivemos, a qual é, no caso dos países do chamado terceiro mundo, caracterizado por um processo de exclusão social em que apenas uma parcela da população usufrui seus benefícios, enquanto a maioria fica na marginalidade. Isso implica uma educação científica em que valores e atitudes sejam discutidos, na perspectiva de os alunos compreenderem o mundo tecnológico em que estão inseridos e poderem transformá-lo com base nos valores humanos (SANTOS, 2011 p. 304).

Como aponta Santos (1996), “a função do ensino de Química deve ser o de desenvolver a capacidade de tomada de decisão” (p. 29), dessa forma,

As informações químicas para o cidadão, mencionadas pelos entrevistados, são aquelas relacionadas com o manuseio e utilização de substâncias; o consumo de produtos industrializados; a segurança do trabalhador; os efeitos da química no meio ambiente; a interpretação de informações químicas veiculadas pelos meios de comunicação; a avaliação de programas de ciência e tecnologia, e a compreensão do papel da química e da ciência na sociedade (SANTOS, 1996, p. 29)

A formação de cidadãos deve ser encarada como uma condicionante que trate das situações que façam parte do cotidiano das pessoas, possibilitando a discussão, a dúvida, o questionamento das mais diversas situações que nos afetam. Essas questões, mais diretamente ligadas ao cotidiano, como alimentação, moradia, saneamento básico, educação, lazer, entre outros, pode proporcionar informações e meios para o enfrentamento dos problemas relacionados a esses fatores. Concordamos com Saviani (2012) que o processo educativo é a passagem da desigualdade à igualdade. Logo quanto mais o professor for capaz de compreender os vínculos da sua prática com a prática social global, mais ele poderá contribuir nessa passagem. Essas questões são essenciais numa abordagem didático-pedagógica e devem ser consideradas. Principalmente na produção de materiais didáticos auxiliares à prática docente, como nos propusemos a elaborar no capítulo 5.

Mais que entender a forma que os contextos podem se ligar aos diversos saberes existentes, pensar a formação da cidadania requer, além do uso de temáticas para trabalhar o conhecimento científico,

[...] adotar como objetivo central o desenvolvimento das habilidades básicas da cidadania: a capacidade de participação, de julgar, e de *tomada de decisão*, atitudes essas que são correlacionadas, sendo assim, o ensino em questão deve ser caracterizado pela participação ativa do aluno, pela utilização de debates em sala de aula e pela problematização de situações em que o aluno tenha que propor soluções a um problema da vida real (SANTOS, 1992, p. 175) [grifo do autor]

Santos (1992) aponta para a centralização do objetivo em se ensinar. Compreendemos a importância dada a utilização da contextualização nesta vertente, todavia, cabe salientar que o conhecimento científico deve ser proposto nessas condições de formação de cidadãos que se posicionem, critique, decidam, não havendo condições de um ensino apenas científico e/ou apenas contextual.

É neste cenário que melhor se adequa a implementação do pensando de Alfabetização Científica (AC). Pensando a prática social que o conhecimento químico pode proporcionar que

acenam para uma educação escolar cada vez mais alinhada ao processo de AC. Como afirma Santos (2007): “considerar a alfabetização [...] da educação científica evoca processos escolares que busquem formas de contextualização do conhecimento científico em que os alunos o incorporem como um bem cultural que seja mobilizado em sua prática social” (p. 487).

Como sinaliza **A-11**, em seu trabalho intitulado *A Revolução Verde da Mamona*, que discute o aproveitamento da mamona como matéria-prima na geração de produtos como: plásticos, biodiesel, próteses, lubrificantes, resinas, entre outros. A utilização dessa abordagem temática é feita com a preocupação no desenvolvimento da consciência social quando aponta que ela pode ajudar o estudante a

[...] posicionar-se com relação a diversos temas da atualidade como modelo de desenvolvimento sustentável, mudança de matriz energética, diminuição do consumo de energia e até mesmo os destinos da economia do país (A-11).

Como apresenta **A-11**,

Um tema como a mamona é a possibilidade de combinar vários assuntos e várias disciplinas, já que trata de assuntos diversos como reações química, produção de energia, meio ambiente, agricultura familiar, armas químicas e próteses na área médica (A-11).

[...] utilizando o biodiesel como meio facilitador do processo de ensino-aprendizagem: definição, forma de obtenção, aplicações, necessidade de fontes alternativas de energia, questões ambientais pertinentes aos combustíveis, comparações entre o impacto ambiental gerado entre o diesel convencional e o biodiesel, outros combustíveis alternativos, produção de biodiesel a partir de óleos vegetais e gorduras animais, energia, calor, variação de entalpia, cálculos estequiométricos, diferenças entre reações de transesterificação e saponificação, funções orgânicas, viscosidade, densidade e outras propriedades físico-químicas. Quanto à torta da mamona, com seus compostos tóxicos e alergênicos, pode-se trabalhar funções químicas, miscibilidade, toxidez, proteínas, entre outros (A-11).

Ainda pensando nos aspectos sociais da abordagem temática, **A-11** sinaliza que:

[...] temos a preocupação com a inclusão social, diminuição das importações de diesel mineral e ambição de proporcionar um novo modelo de gestão do desenvolvimento agrário e energético (A-11).

O que deve ser claramente estabelecido no Ensino de Termoquímica que visa formar cidadãos críticos alfabetizados cientificamente, como apresenta **A-16**, é favorecer

[...] a leitura e a interpretação de informações científicas e tecnológicas e que possibilite a tomada de decisões conscientes (A-16).

A superação da contextualização para “enfeitar” o precário ensino do nosso país é necessária, para tanto, é fundamental que os conhecimentos científicos sejam trabalhados pelos professores em sala de aula da melhor forma possível,

O professor [...] ao estabelecer relações nas situações de ensino, [ele] cria condições para que o aluno se aproprie do conhecimento científico, pois “as interações discursivas são consideradas como constituintes do processo de construção de significados (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 1) (A-16).

Nesta apropriação do conhecimento das ciências que defendemos um EQ para a Alfabetização Científica, pois “é igualmente importante que o público entenda a ciência para que, quando as pessoas entrarem na cabine de votação, elas podem fazer julgamentos informados sobre questões de políticas públicas envolvendo pesquisa biológica” (MILLER, 2011, p. 21) [tradução nossa], química, física, geográfica, etc.

[...] a implantação do ensino de química para formar o cidadão implica a busca de um novo paradigma educacional que venha reformular a atual organização desse ensino. E, nesse sentido, não basta apenas incluir alguns temas sociais ou dinâmicas de simulação ou debates em sala de aula. É preciso ter claro que ensinar para a cidadania significa adotar uma nova maneira de encarar a educação, pois o novo paradigma vem alterar significativamente o ensino atual, propondo novos conteúdos, metodologias, organização do processo de ensino-aprendizagem e métodos de avaliação (SANTOS, 1996, p. 33).

A atividade lúdica foi descrita em apenas um trabalho, mas como o presente tópico se debruça em apresentar as metodologias didático-pedagógicas das publicações, bem como seu êxito (ou não), é imprescindível descrever o que nos apresenta **A-5**.

Como acontece no trabalho de **A-5**, ao propor uma atividade lúdica para trabalhar os conceitos termoquímicos. Apoiados nas ideias de Kishimoto (1996, *apud.* **A-5**), os autores afirmam que as atividades lúdicas possuem duas funções:

A primeira é a função lúdica, propiciando diversão e o prazer quando escolhido voluntariamente. A segunda é a função educativa, ensinando qualquer coisa que compete o indivíduo em seu saber e sua compreensão de mundo (A-5).

Dessa maneira, um jogo ele só pode ser considerado educativo se houver um equilíbrio entre essas duas funções. Segundo os apontamentos feito pelos autores, independentemente do tipo de jogo educativo, ele

[...] incentiva a participação do aluno, considerando-se o aluno como construtor do próprio conhecimento e valorizando a interação do aprendiz com seus colegas e com o próprio professor (A-5).

Acreditamos que mais além da participação em sala de aula, a promoção deste tipo de atividade fomenta a participação em sociedade. Quando o professor dá a possibilidade da participação efetiva do aluno em atividades tais como esta, desenvolve o senso de cidadania, de coletividade. Este tipo de atividade concede, “oportunidades e condições para que, cada vez mais, os cidadãos, compreendam e participem, individual ou coletivamente, em decisões importantes sobre a natureza da ordem científica/tecnológica” (CACHAPUZ, 2016, p. 4), pois estimula a tomada de decisão.

Essa perspectiva de construção do conhecimento através da aplicação de recursos didático-pedagógicos, pode ser referendada na utilização de atividades experimentais como metodologia didática. Os artigos **A-8**, **A-10**, **A-15** e **A-19**, descrevem atividades envolvendo experimentos para o ensino de Termoquímica.

Compreendemos que em muitas escolas no Brasil a infraestrutura precária não permite que as mesmas possuam laboratórios adequados em suas instalações, pois como sinaliza **A-8**:

Devido a limitações de infraestrutura, experiências de calorimetria no Ensino Médio, e mesmo em disciplinas de Química Geral, normalmente se restringem à clássica determinação da entalpia de neutralização de ácidos e bases fortes e/ou medidas de variação de entalpia associada a processos de dissolução (A-8).

Pensando em propor uma aula experimental sobre a entalpia de decomposição do peróxido de hidrogênio, **A-8**, descreve a elaboração de um experimento a partir de materiais de baixo custo e fácil aquisição:

Este artigo descreve uma experiência simples, realizada com material de fácil aquisição e baixo custo, mas que também produz bons resultados. Nesse experimento calorimétrico, foi medida a entalpia molar da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio contido em água oxigenada comercial a 10 volumes, usando fermento biológico (de pão) como catalisador (A-8).

Os calorímetros utilizados no experimento,

[...] podem ser construídos com um porta-lata de isopor, para manter refrigeradas latas de bebidas, com o fundo de um outro adaptado para ser usado como tampa (corte com uma faca, lixe para ficar bem plano e adapte bem justo ao porta-lata) (A-8).

O que cabe compreender com esse tipo de experimento realizado em sala de aula é que:

É importante notar que os resultados aqui apresentados são apenas para efeito de ilustração [...] (A-8).

O que não quer dizer que os dados obtidos são discrepantes da literatura o suficiente para descartar esse tipo de metodologia didática realizado em sala de aula. O que os autores pretendem ao expor essa afirmação é que para resultados analíticos é necessário aparato experimental, também, analíticos.

A-15 utiliza a abordagem experimental de forma exitosa. Seu experimento consiste em apresentar a mistura refrigerante de gelo e NaCl (cloreto de sódio), cujo alguns objetivos foram

[...] investigar o efeito, na diminuição da temperatura do sistema, da variação da massa de NaCl para uma dada massa de gelo e determinar se existe um valor a partir do qual a adição de mais NaCl não provoca efeito ulterior (A-15).

Seguindo-se aos estudos com a mistura refrigerante gelo/NaCl, foram feitos experimentos de resfriamento de soluções água/NaCl de diferentes concentrações, os quais mostraram claramente a relação entre concentração e diminuição da temperatura de congelação da água e, do mesmo modo que os experimentos com a mistura refrigerante, evidenciaram a existência de um valor mínimo para essa temperatura (A-15).

Como sinaliza A-15,

No processo de formação da mistura de gelo/NaCl, com seu simultâneo resfriamento, em um sistema isolado termicamente, a energia interna total do sistema não se altera. Entretanto, podem ser identificadas variações de energia interna que ocorrem em cada um de seus constituintes, as quais serão mais bem compreendidas se o processo total for considerado como o resultado de um conjunto de etapas. Podem ser distinguidas as seguintes: (I) fusão de parte do gelo a temperatura t constante; (II) dissolução de parte do NaCl a t constante e diminuições de temperatura (III) do gelo que não se fundiu; (IV) do NaCl que não se dissolveu; (V) da solução salina formada; e (VI) do calorímetro. Durante essas etapas, ocorrem trocas de energia entre os componentes do sistema ou a conversão de energia cinética em potencial, ou vice-versa, em um mesmo componente e/ou entre componentes. Entretanto, a energia interna do sistema como um todo é mantida constante, isto é, sua variação é nula, $\Delta E_{\text{sistema}} = 0$. Esse é essencialmente o primeiro princípio da termodinâmica ou o princípio da conservação da energia em sistemas isolados. Vale recordar que essas etapas não ocorrem em uma ordem temporal como pode sugerir a numeração acima. A divisão do processo nessas etapas é didática e serve apenas para identificar diferentes processos que ocorrem simultaneamente e que envolvem diferentes quantidades de energia (A-15).

Com a utilização destes experimentos, segundo os autores,

[...] percebeu-se maior participação dos alunos na elaboração de explicações para o efeito crioscópico e para a diminuição de temperatura da mistura, bem como para a relação entre a queda de temperatura e as variações de energia interna das partículas constituintes de um sistema (A-15).

O A-10, discute

[...] as variações de energia interna em dois pares de experimentos em que não ocorrem reações químicas. Em cada par, um processo é exotérmico e o outro endotérmico. Finalizaremos com um exemplo de reação química (A-10).

O primeiro, compreende a natureza do processo de vaporização e a condensação da água. Neste experimento, um balão com água em seu interior é colocado sobre a chama de um bico de Bunsen, e considera-se que esta água esteja em ebulição. E como sinaliza A-10,

Suponhamos que tanto a água líquida quanto o vapor formado (que em conjunto constituem o sistema) estejam na temperatura de 100 °C (A-10).

O balão e a água que está em processo de mudança de estado são um sistema. O que se pretende com esse experimento é compreender as variações da energia interna deste sistema, ou seja, as energias potencial e cinética das partículas que o constituem.

A água líquida absorve energia, na forma de calor, do bico de gás para transformar-se em água gasosa e, assim, a vaporização é um processo endotérmico. Exatamente porque, na vaporização, há absorção de energia, a água gasosa tem energia interna maior do que a água líquida.

Nesse experimento, a água líquida e a gasosa mantêm-se à mesma temperatura. Uma pergunta usual é: por que não há aumento na temperatura, já que há absorção de calor? O motivo é que a energia, fornecida pelo bico de gás, transforma-se integralmente em energia potencial das moléculas da água, não havendo alteração em sua energia cinética média. Mantendo-se constante a energia cinética média, não há variação da temperatura. O aumento da energia potencial das moléculas da água gasosa faz com que estas tenham energia interna maior do que a das moléculas na fase líquida. A

energia absorvida é utilizada para romper a maior parte das ligações de hidrogênio, principais responsáveis por manter a água na fase líquida (A-10).

Como afirma **A-10**, como a energia potencial,

[...] não é facilmente perceptível, exceto quando ela se transforma em outra forma de energia ou quando há execução de trabalho (A-10).

Neste momento, um segundo experimento auxilia neste processo, a condensação do vapor de água que foi concebido no experimento anterior

A temperatura é mantida constante e igual a 100 °C. Sendo o primeiro experimento o contrário do segundo, neste as ligações de hidrogênio são restabelecidas e há liberação de energia. A energia, que havia sido absorvida na vaporização e utilizada para romper as ligações de hidrogênio e que estava na forma de energia potencial, é devolvida à vizinhança como calor ou na execução de trabalho ao restabelecerem-se as ligações de hidrogênio (A-10).

Um exemplo prático é o de uma máquina térmica, em que a energia do vapor de água, gerado pela queima de um combustível, aciona os pistões, realizando um trabalho e condensando-se nesse processo. Outros exemplos são as queimaduras da mão de uma pessoa por vapor de água ou por água fervente. Consideremos que tanto o vapor quanto a água líquida estejam a 100 °C. Em qualquer dos dois casos, há liberação de energia, na forma de calor, para a mão, cuja temperatura é muito menor. Entretanto, deve ser lembrado que, no caso do vapor, a energia liberada é maior (e a queimadura, mais grave!), uma vez que o vapor se condensa sobre a mão, e a transformação $H_2O(g) \rightarrow H_2O(l)$ libera energia adicional àquela devido à diferença de temperatura (A-10).

Segundo **A-10** e aqui defendido no presente trabalho,

[...] uma explicação molecular dos fenômenos enriquece a compreensão destes e muito contribui para ela. Em especial, a discussão dos aspectos microscópicos permite

abordar a dinâmica dos processos de transferência de energia e possibilita a introdução do fator tempo nesses processos (A-10).

Cabe salientar que o experimento descrito anteriormente, de **A-10**, também auxilia na compreensão de Energia das ligações, pois, como afirma Fonseca (2016) “energia de ligação é uma medida da entalpia média, ΔH , necessária para romper 1 mol de ligações covalentes (simples, dupla ou tripla) entre 2 átomos, para obter esses átomos isolados ou na fase gasosa” (p. 146).

A-8, propõe um experimento com materiais simples e de baixo custo para ser executado em sala de aula. Como sinaliza **A-8**

Nesse experimento calorimétrico, foi medida a entalpia molar da reação de decomposição do peróxido de hidrogênio contido em água oxigenada comercial a 10 volumes, usando fermento biológico (de pão) como catalisador (A-8).

Inicialmente, os autores propuseram a construção de um calorímetro com material de baixo custo²⁷ (feito de porta latas de isopor e termômetros – digital e analógico), como apresenta **A-8**,

Adicione ao calorímetro um frasco de 100 mL de água oxigenada a 10 volumes. O uso deste exatamente dispensa a medida de volumes (e massa), pois tendo em vista que esses frascos contêm exatamente essa quantia especificada no rótulo e que, considerando que se trata de uma solução aquosa diluída (3% m/V), a massa dos 100 mL dessa água oxigenada terá aproximadamente 100 g. Meça exatamente a temperatura da solução. Essa será a temperatura inicial (t_i). Adicione aproximadamente meia colher de chá de fermento biológico, e tampe rapidamente o calorímetro. Testamos o experimento também com dióxido de manganês e não encontramos nenhuma diferença nos resultados, dando preferência ao fermento por ser mais acessível. O furo previamente feito na tampa do calorímetro permite a saída do gás oxigênio produzido. Agite suavemente para misturar bem o fermento com a água oxigenada, e observe cuidadosamente a variação da temperatura do sistema, até atingir um valor máximo

²⁷ A construção do calorímetro pode ser consultada em BRAATHEN, P. C. Instrumentação para o Ensino de Química: É fazendo que se aprende. UNIVIÇOSA: Viçosa, 2016, p. 68.

estabilizado. Essa será a temperatura final (t_f). Calcule Δt ($\Delta t = t_f - t_i$), que será usado nos cálculos da entalpia de reação (A-8).

Considerando os equipamentos usados, [os] resultados podem ser considerados muito bons. É importante notar que os resultados aqui apresentados são apenas para efeito de ilustração, sendo ainda importante notar que em todas as nossas aulas práticas sempre são encontrados resultados muito próximos de -95 kJ/mol (A-8).

Este experimento ilustra um tipo de Entalpia (de decomposição), e este é apenas um dos exemplos de entalpias que podem ser abordados no Ensino de Termoquímica. As entalpias de: mudança de fase, neutralização, combustão, dissolução, etc., são exemplos, no entanto, aceitamos a impossibilidade, muitas vezes, de execução de experimentos que envolvem estes processos em sala de aula, bem como, aulas contextualizadas com propósitos de superação do ensino tradicional trabalhando esses conteúdos.

No A-19, como sinalizam,

Foi proposta a criação de um protótipo de biodigestor, com a finalidade de associar uma atividade prática com a contextualização e os conceitos abordados em sala de aula (A-19).

Os biodigestores foram construídos com materiais de baixo custo como garrafas PET ou galão de água de polycarbonato, visando evitar que o H_2S , que é um gás corrosivo, por exemplo, para metais, reagisse com as paredes internas do biodigestor (A-19).

Quando falamos sobre a significação dada a palavra, nos direcionamos à construção do conhecimento e as mais diversas metodologias que podem entrar neste curso de produção dos conceitos científicos e cotidianos. Desta forma, nos apoiamos no pensamento de Giordan (1999), quando afirma que,

A experimentação deve também cumprir a função de alimentadora desse processo de significação do mundo, quando se permite operá-la no plano da simulação da realidade. Nas situações de simulação, desencadeia-se um jogo entre os elementos e as relações, que devem manter correspondência com seus análogos no plano do fenômeno. É nesse palco de simulações que podem se formar ambientes estimuladores para a criação de modelos mentais pelo sujeito, que passa a reconhecer nos modelos ora simulados a primeira instância de representação analógica da realidade. Nessas situações, o sujeito se percebe diante de uma representação da realidade, obrigando-

se a formular a sua própria, que venha a se ajustar àquela em simulação (GIORDAN, 1999, p. 47).

A experimentação converte-se em uma simulação da realidade do estudante, logo, “deve permitir ao sujeito uma nova oportunidade para representação do mundo e de seus modelos mentais representativos” (GIORDAN, 1999, p. 49). Ou seja, não basta tão somente as representações, ou apenas as teorias, é necessário que se incorpore as mais diversas práticas educacionais, cujo intuito deva ser sempre a progressão do processo de ensino e aprendizagem.

Nesta vertente, no tópico que se segue, nos ocuparemos em discutir, ainda sob o olhar das publicações, alguns obstáculos epistemológicos e ontológicos na perspectiva Bachelardiana.

3.4 Reconhecendo alguns obstáculos epistemológicos e ontológicos

Neste tópico, nos propomos a relacionar as dificuldades descritas anteriormente a alguns dos obstáculos epistemológicos e ontológicos para o que Bachelard (2016) chamou de *Formação do espírito científico*. Cabe salientar que, estas são relações feitas quanto ao que foi exposto, por nós em linhas anteriores, e aos obstáculos indicados por Bachelard. Dessa forma, este capítulo emergiu como sendo uma quarta categoria essencial para a compreensão das dificuldades apontadas pelas publicações no processo de ensino e aprendizagem da Termoquímica.

Dessa forma, existem situações em que as palavras ditas adquirem significados diferentes daquelas em que se discute a natureza científica. Por exemplo: esta sala está ‘quente’, essa blusa de ‘frio’ não ‘esquenta’, o gelo ‘esfria’ a água, assim como a chama do fogão ‘esquenta’ o alimento, entre outros. Esses apontamentos foram previamente expostos quanto a formação dos conceitos cotidianos e científicos.

Segundo Bachelard (2016, p. 91), “estes são hábitos de natureza verbal”, ou seja, se trata de “uma explicação verbal com referência a um substantivo carregado de adjetivos, substituto de uma substância com ricos poderes” (p. 91). Por meio da fixação de uma referência nas ideias e, através de associações, analogias e generalizações, o não desprendimento da imagem primeira, confunde-se com os conceitos futuros. Desta forma, se torna um obstáculo para o aprendizado das ciências. Bachelard (2016), o reconhece como sendo um *obstáculo verbal*.

Ainda, este é apenas “[...] um movimento pura e simplesmente linguístico que, ao associar a uma palavra concreta uma palavra abstrata, pensa ter feito avançar as ideias. Para ser *coerente*, uma teoria da *abstração* necessita afastar-se bastante das imagens primitivas” (BACHELARD, 2016, p. 94) [grifos do autor]. Cabe ressaltar que embora muitas metáforas sejam utilizadas para conduzir as explicações do conhecimento científico, o perigo “é que nem sempre são imagens passageiras; levam a um pensamento autônomo; tendem a completar-se, a concluir-se no reino da imagem” (BACHELARD, 2016, p.101).

Mas todas essas imagens pueris, tomadas, de certa forma, por seus traços externos, estão longe de serem as mais ativas. Nessa ordem de ideias, os obstáculos mais poderosos correspondem às intuições da filosofia realista. Esses obstáculos, fortemente materializados, não acionam propriedades gerais, mas qualidades substantivas. É aí, numa experiência mais abafada, mais subjetiva, mais íntima, que reside a verdadeira inércia espiritual. É aí que encontraremos as verdadeiras palavras-obstáculo (BACHELARD, 2016, p. 102).

Mas para compreender como o obstáculo verbal é existencial, precisamos assumir o primeiro obstáculo apresentado por Bachelard (2016): a *experiência primeira*. Como visto anteriormente, somos seres que se inter-relacionam sócio culturalmente, logo, existimos e nossa existência se engendra em um contexto de “bagagens” culturais, sociais, intrínsecas.

Não somos tábuas rasas. Adquirimos, ao longo do tempo, conhecimento de causa, de experiência. Este primeiro contato, essa primeira visão ou conhecimento vivencial é um obstáculo no qual nos deparamos de início na construção do conhecimento científico. Essa característica é muito importante para compreender o desenvolvimento do nosso trabalho. A nossa proposição não é desconsiderar o que os estudantes já sabem, mas transcender o conhecimento prévio e utilizá-lo para desenvolver o conhecimento das ciências, ou seja, aumentar a rede de conceitos dos estudantes.

Para compreender melhor o obstáculo *experiência primeira*, **A-1** apresenta:

Uma experiência usada para demonstrar que o oxigênio é consumido nas combustões, muito comum em livros de ciências, consiste em fixar uma vela num prato, ao qual se adiciona um pouco de água. Quando se coloca um copo sobre a vela acesa, ela se apaga em pouco tempo e o nível da água dentro do copo fica mais alto. Ao explicar porque isso ocorre, um estudante afirmou que o “o fogo puxa a água do prato sobre o qual está o copo na esperança de encontrar oxigênio, pois dentro dele o oxigênio acabou” (A-1).

A experiência primeira, ou primeiro contato com o experimento faz com que os estudantes percebam os aspectos macroscópicos e analise a situação com base nos conhecimentos que possuem, ainda sim, considerando que o termo “puxar”, do exemplo citado, diz respeito a ação, não possui qualquer relação com explicações de cunho científico. Dessa maneira, o que é percebido é que os estudantes justificam o fenômeno com base na rede de conhecimentos que detém. Ou seja, os estudantes utilizarão os conceitos que possuem e que se aproximam mais da lógica de explicação empírica.

Como no experimento há uma alteração no nível da água, que acontece porque o experimento ilustra a ideia de que ao fim da chama causa a sucção da água para dentro do copo, este tipo de explicação ilustra a ideia de que os estudantes possuem dificuldades em perceber mudanças observadas nas reações químicas. E como sinaliza **A-1**:

Essa ênfase nas representações em detrimento dos fenômenos pode fazer com que o aluno mantenha as concepções que discutimos neste artigo, apresentando dificuldades em relacionar as transformações que ocorrem a nível fenomenológico com as explicações no nível atômico-molecular (A-1).

Ao professor cabe a promoção do ensino de conceitos científicos mais bem elaborados para que o estudante consiga apreender que, como neste caso, os conceitos cotidianos não são suficientes para explicar o fenômeno. O que não quer dizer que ele precisará abandonar os conceitos espontâneos, ou seja, com auxílio do professor, o estudante, poderá compreender a existência de diferentes formas de lidar com um determinado fenômeno. Como aponta COSTA, 2017,

O sujeito com uma rede conceitual estruturada, com graus de generalidade mais amplos, consegue partir do concreto para o abstrato e ir para além da aparência do real. Pelo processo de abstração, o ser humano reconstrói o concreto no pensamento, descobrindo as suas múltiplas determinações, voltando para o real, como concreto pensado. Promove-se a apreensão dos conhecimentos socialmente produzidos, que muitas vezes são privados de uma classe, geralmente a dominante. Esse conhecimento contribui na tomada de consciência e no conhecimento da realidade, possibilitando ações de intervenção na mesma (COSTA, 2017, p. 78).

Um terceiro obstáculo epistemológico no desenvolvimento, do que Bachelard (2016) chamou de espírito científico, diz respeito a substancialidade dada a certos conceitos. Neste trecho, vemos que não são apenas a verbalização e os conhecimentos primeiros que caracterizam obstáculos, a característica de substância dada as representações, também, atrapalham a compreensão das ciências. Segundo o autor, “a ideia substancialista quase sempre

é ilustrada por uma simples continência. É preciso que algo contenha, que a qualidade profunda esteja contida” (BACHELARD, 2016, P. 123), como aponta **A-9**:

Considerada a possibilidade de falar sobre o conteúdo científico, seja em termos de objetos e eventos, seja em termos de teorias e modelos, [...] isso pode ser feito em pelo menos três níveis referenciais distintos: por meio de um referente específico, de uma classe de referentes ou de um referente abstrato. Um referente específico corresponde a um objeto ou fenômeno em particular, tal como a combustão do metano ou a ebulição da água. Uma classe de referentes corresponde a um conjunto de fenômenos ou objetos que apresentam características em comum como, por exemplo, as reações de combustão, a ebulição de líquidos ou ainda as mudanças de fase. Os referentes abstratos, por fim, correspondem a princípios ou conceitos mais gerais que se constituem em elementos que possibilitam pensar sobre fenômenos em particular ou classe de fenômenos (A-9).

Talvez a concepção histórica de alguns conceitos científicos pode ter estabelecido a fixação desses conceitos, como afirma **A-17**,

A ideia de que calor é uma substância já foi aceita por muitos cientistas no passado, que consideravam que todos os corpos possuíam em seu interior uma substância fuida invisível e de massa desprezível, denominada calórico (MORTIMER; AMARAL, 1998). Logo, um corpo de maior temperatura possuiria mais calórico do que um corpo de menor temperatura (A-17).

Não nos alongaremos em discussões acerca dos referenciais como ponto de partida para a construção científica de conceitos. O que cabe destacar é que deve haver um cuidado especial quando tratamos do relacionamento entre ciência e cotidiano, ou seja, quando se transita pelo mundo dos *objetos e eventos* e no mundo das *teorias e dos modelos*, como é o caso específico da química. Essa transitoriedade, ora para explicar algum conceito, ora para representá-lo, perpassa dificuldades inevitáveis, pois como aponta **A-2**:

A química, a exemplo das demais ciências, deve ser encarada como fonte de abertura do pensamento, a qual se dá por meio da retificação de antigos conceitos, de profundas

desilusões intelectuais com respeito ao que a razão tomava por expressão final de verdade (A-2).

Os conceitos trabalhados no ensino das ciências não são estanques, não são fixados e são dignos de dúvidas e questionamentos. A razão pela qual direciona-se as ciências aos conhecimentos desenvolvidos no dia a dia diz respeito a compreensão dos aspectos da vida, aos porquês dos acontecimentos e desenvolvimentos que influem diretamente na vida de todos os seres.

O conhecimento científico aponta para explicações da vida dos seres humanos nas quais os conhecimentos cotidianos não são suficientes. O desenvolvimento das ciências afeta direta e indiretamente a vida, a realidade e a existência. Quando falamos do Ensino de Química para a formação da cidadania estamos pensando em uma perspectiva do desenvolvimento e entendimento das representações científicas para ação do sujeito no mundo. O reconhecimento da existência dos obstáculos anteriormente citados é de suma importância para a superação das dificuldades que envolvem o Ensino da Termoquímica, da Química, das Ciências.

Como apresenta, Ferrarotti (1998, p. 56, citado por CACHAPUZ, 2016) “a ciência pode esclarecer as questões, calcular os custos relativos dos vários cursos alternativos de ação, mostrar as melhores maneiras de implementação. Mas não pode tirar de nós a responsabilidade humana pela escolha e pela decisão”. Do mesmo jeito, podemos pensar que a superação das dificuldades do processo de ensino e aprendizagem, auxilia no entendimento do ser humano enquanto cidadão, assumindo seus direitos e compreendendo seus deveres com a consciência de quem se reconhece agente modificador da sua realidade.

Pensando a possibilidade de melhoria do Ensino de Termoquímica, no tópico 3.6 nos dedicaremos a apontar as práticas pedagógicas exitosas apresentadas pelos artigos e a perspectiva de mudança conceitual para alcançar a Alfabetização Científica na perspectiva de formação de cidadãos críticos, questionadores, pela promoção da tomada de consciência.

3.5 Ampliação do perfil conceitual na perspectiva da construção do conhecimento científico

Os seres humanos, por meio da linguagem, expressam palavras que servem e dão significado às mudanças naturais do seu dia a dia, por exemplo, “uma lâmpada queimada”. O ato de “apertar” um interruptor permite que uma pessoa, independentemente de ter uma rede de conceitos científicos, identifique uma lâmpada “queimada”. Não é necessário compreender como um filamento de tungstênio se oxidou e por sua fragilidade, cada vez mais inevitável, acarretou o seu rompimento e, conseqüente, na “queima”. Esses fenômenos são suficientes para a significação, considerando os conceitos espontâneos, apreendidos pelos estudantes nas relações fora da escola. Ou seja, os conceitos elaborados no cotidiano são suficientes para promover soluções satisfatórias em muitos aspectos da sua vida.

Entretanto, considerar que o termo utilizado para expressar, por exemplo, a inutilização da lâmpada (queima) poderá dificultar a compreensão de uma reação de combustão, se utilizamos a “queima” do carvão vegetal para justificar “o fogo na lareira para ‘aquecer’ uma casa”, assar carne em um domingo ou uma pizza em um forno a lenha. Nós, enquanto professores e pesquisadores do Ensino de Química, precisamos nos atentar sobre as possíveis maneiras de auxiliar no processo de ensino e aprendizagem desta ciência.

No dia a dia, utilizamos palavras iguais aos que são apresentados nos conceitos científicos, porém com significados distintos. Logo, é importante promover uma revisão prévia dos termos básicos, e polissêmicos, antes do aprofundamento em conceitos mais complexos no EQ, além do que, é preciso reconhecer as representações simbólicas da Química. Concordamos com Vigotski (2001) quando apresenta a relevância em compreender o significado das palavras. Se não houver significado é apenas um som vazio.

Indicamos, não é a superação de um conceito por outro (do cotidiano pelo científico), mas sim, a promoção do desenvolvimento de uma rede de conceitos, bem estruturada, que permita aos estudantes o reconhecimento de possibilidades de transformações nos âmbitos sócio-histórico-cultural-ambiental e que consigam reconhecer a ciência por detrás dos diversos fenômenos que se apresentam no universo.

Mortimer (2010), afirma que os conceitos científicos fazem parte de um perfil conceitual²⁸. Segundo Mortimer (2010), é imprescindível a tomada de consciência no aprendizado de Química,

É necessário promover nos alunos a tomada de consciência de que há uma diversidade de modos de pensar sobre [os conceitos químicos], mas eles não se mostram

²⁸ Segundo o autor, perfis conceituais são modelos da heterogeneidade do pensamento verbal (MORTIMER, 2010, P. 181), como modelos de diferentes maneiras de ver e representar o mundo que são utilizadas pelas pessoas para significar sua experiência (MORTIMER, SCOTT, EL-HANI, 2011).

igualmente poderosos para resolver problemas que encontramos em nossas vidas e necessitam da mobilização [dos conceitos] (MORTIMER, 2010, p. 183).

Segundo o autor, o que deve acontecer é o reconhecimento, pelo estudante, sobre a *heterogeneidade* do pensamento verbal (MORTIMER, 2010). Ou seja, é importante compreender os aspectos relacionados aos saberes do seu cotidiano são imprescindíveis para a comunicação com as outras pessoas que fazem parte da sua vida em sociedade. Mais importante ainda é reconhecer a existência do conhecimento científico e que, dependendo do contexto, é necessário um deslocamento de um ao outro, uma visão pragmática do conhecimento que melhor se adequa ao contexto em que se apresenta ao estudante, se direciona para a tomada de consciência para uma mudança do perfil conceitual.

Como aponta Mortimer (2010), é necessário tomar consciência do perfil conceitual e, dessa forma, ser capaz de aplicar o conhecimento científico nos contextos em que ele é apropriado, fazendo escolhas melhores e mais racionais e, ao mesmo tempo, “preservar modos de falar e de pensar distintos do científico nas situações em que se mostrem pragmaticamente mais apropriados” (p. 184). Como afirma o autor,

Trata-se de uma coexistência entre diferentes modos de pensar e falar, bem como de uma maneira de entender o ensino e a aprendizagem das Ciências que os tornarão não apenas mais sensíveis à diversidade cultural, mas também mais factíveis, na medida em que não tomamos como objetivo deslocar ou substituir visões que são reforçadas a cada momento em nossa linguagem cotidiana (MORTIMER, 2010, p. 184-185).

O artigo **A-20**, notamos uma mudança no perfil conceitual dos estudantes, em uma aula transcrita, quando, por meio da intervenção do professor, discutiu-se o conceito de tensão superficial. Utilizando o tema sabão feito de cinzas, o professor questiona seus estudantes: “Vocês sabem o que é tensão superficial?”. Os estudantes apresentaram conceitos prematuros sobre a temática, apontando para a concepção cotidiana e/ou desenvolvimento primário do conceito científico, como sinaliza **A-20**,

Nos turnos 2, 3 e 5, os estudantes A3 e A5 elaboram suas compreensões sobre o fenômeno da tensão superficial: A3 menciona que a tensão superficial é responsável por manter as moléculas unidas, enquanto A5 afirma que é uma relação de forças. Ainda que as respostas dos alunos não estivessem erradas, PF4 (turno 6) produz a contra palavra, como forma do professor conduzir os estudantes ao conceito científico (A-20).

Com o intuito de conduzir as discussões para os aspectos representativos, específico da linguagem Química, um dos professores interventores aponta para o modelo de interação entre as partículas, simbolizado pelas setas, questionando o que são “elas” [as setas], conduzindo os estudantes ao conceito científico,

Nos diálogos dos estudantes A6 (turno 7) e A7 (turno 8), percebemos que houve a apropriação conceitual, pois eles elaboraram uma justificativa para o fenômeno da tensão superficial a partir do estabelecimento de relações conceituais que consideram que forças de superfície equilibram a interface entre ar-líquido, formando uma fina película sobre a água. Através da interação professor-alunos, nos parece haver a compreensão do significado químico do conceito de tensão superficial (A-20).

No turno 14, A12 conclui que a tensão superficial é consequência das forças de interação existentes entre as partículas. Essas forças geram o equilíbrio entre a interface ar-líquido, originando o fenômeno tensão superficial. Esses resultados mostram que os estudantes conseguiram elaborar explicações conceituais para o modelo de tensão superficial e que o professor os conduziu para que houvesse o aprendizado de conceitos químicos (A-20).

Ainda sobre as discussões que envolvem o sabão de cinzas, os interventores, em um extrato transcrito referente a Alfabetização Científica e a limpeza dos corpos sólidos, apresentam a importância da palavra para a formação de uma rede conceitual bem estruturada. Neste contexto, percebeu na fala de um estudante a busca por fenômenos do seu contexto para dar significado ao conhecimento que lhe foi apresentado,

14. PF1: [...] Explique quimicamente [teoricamente] por que o sabão remove a sujeira.

15. A11: É porque o sabão ele tem parte polar e apolar, e a parte apolar se liga com a gordura e a parte polar com a água, aí cria tipo uma cadeia.

16. PF1: A sujeira gruda no sabão.

17. A9: Porque a sujeira gruda no sabão.

18. A9: É professora, é porque o ácido como ele é polar ele vai misturar com a água e aí a base num...

19. A11: Assim porque sempre que vou lavar vasilha minha mãe manda eu usar o sabão de coada (A-20)

Neste fragmento, **A-9** e **A-11** correspondem às falas dos estudantes, os números isolados (14, 15, 16, 17, 18 e 19) aos turnos de cada fala, e PF1 ao professor interventor. É perceptível que o aluno A11 fez avançar em sua rede de conceitos, pois apresentou aspectos relacionados aos conceitos científicos quando associou os aspectos microscópicos da propriedade dos sabões aos aspectos macroscópicos, este último, relacionado ao fenômeno de remoção da gordura “*ao lavar vasilha*” com sabão, conhecimento adquirido na sua vivência.

Em conclusão, os autores argumentaram a possibilidade de promover um Ensino de Química que contemple a heterogeneidade do pensamento, que como apresentamos, esta possibilidade aponta para a mudança conceitual dos estudantes, valorizando metodologias que se direcionam no sentido de se promover tal mudança. A compreensão dessas questões pode contribuir nas abordagens dos conceitos de Termoquímica e precisam ser consideradas em um guia didático.

A predominância de tentativas em promover um EQ mais contextual, que leve em conta o conhecimento prévio dos estudantes foi percebido nos artigos analisados. Esses aspectos, por vezes, estão ligados ao desenvolvimento das funções psicológicas superiores e ao alargamento do perfil conceitual dos estudantes. É importante salientar que algumas dificuldades são inerentes a promoção do processo de ensino e aprendizagem da Química, fatores como condições socioeconômicas, infraestruturas das escolas, formação inicial de professores, aspectos curriculares, devem ser questionados além das dificuldades aqui apresentadas.

Reconhecemos que os conceitos científicos e espontâneos, bem como a dificuldade em correlacionar explicações micro e macroscópicas são discutidas mais amplamente nos artigos que quaisquer outros problemas. Percebido isso, proporemos relacionar o conhecimento da Termoquímica, com direcionamento da FC promovida pela AC por meio de um Guia Didático. A partir das análises apresentadas, optamos por uma abordagem didático-pedagógica pautada nos Momentos Pedagógicos (Delizoicov, 1991; 2008, Gehlen *et al.* 2012 e Delizoicov *et al.* 2018), pois a mesma possui preceitos e fundamentos que vão ao encontro de um ensino mais dialógico, contextual, problematizador e que valorize os conceitos científicos sem desconsiderar o estudo da realidade, pontos identificados como essenciais nos artigos da QNEsc. Essa metodologia de ensino será mais detalhada no Capítulo 5.

Concluindo, consideramos imprescindível o papel do diálogo e dos saberes iniciais dos estudantes pois, como apresenta Santos (1992, p. 195 *apud*. EMMANUEL, 1954, p. 76), “não estamos na obra do mundo para aniquilar o que é imperfeito, mas para completar o que se encontra inacabado”.

CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisarmos os artigos da Revista Química Nova na Escola sobre a temática Termoquímica constatamos que, pela quantidade de publicações totais até o presente ano, as publicações que abordam a temática são poucas.

Identificamos algumas dificuldades referentes ao Ensino de Termoquímica no que concerne à formação da rede de conceitos (espontâneos e científicos), como também, sob o aspecto do entendimento das explicações atômico-moleculares que são confrontadas pelos fenômenos macroscópicos. Desta maneira, abordamos os obstáculos indicados por Bachelard (2016) para a formação do espírito científico, pois, ao compreender a dinâmica das dificuldades do processo de ensino e aprendizagem da Termoquímica à luz da teoria bachelardiana, pudemos propor a possibilidade de ampliação das redes conceituais como caminho para a superação de tais dificuldades.

Essas dificuldades no processo de ensino e aprendizagem nos direcionam para a existência de diversos fatores que possam contribuir para o aumento destes: precária infraestrutura da maioria das escolas, má formação docente, baixa remuneração dos profissionais da educação, condições socioculturais dos estudantes, entre outras.

Identificamos que o Ensino de Termoquímica é duplamente importante, primeiro pelos possíveis aspectos sociais que podem ser englobados como abordagens temáticas e, em segundo, pelo conhecimento químico da Temática que está diretamente ligada a um condicionante que move o universo: a *energia*.

Concluimos que o que precisa ser assumido no processo de ensino e aprendizagem é que o ensino meramente conteudista vai em oposição ao ensino para a formação da cidadania, assim como, um ensino meramente contextual vai contra ao ensino para a Alfabetização Científica. Dito isso,

Enquanto nos limitarmos a [...] educação científica, pura e neutra, desvinculada dos aspectos sociais, a nossa contribuição será muito pouco para reverter o atual quadro da sociedade moderna. Esta educação alienante e defeituosa tem até mesmo reforçado o sistema de dominação humana (SANTOS, 1992, p. 194).

Neste sentido, o Ensino de Termoquímica, assim como os mais diversos conteúdos relacionados a Química, precisa ser organizado propondo ensinar direcionando a AC para a FC pois,

O desenvolvimento tecnológico da Química tanto tem trazido inúmeras contribuições para o aumento da qualidade de vida, como tem aumentado o risco e as desigualdades sociais. Assim também tem sido a educação, tanto tem reproduzido processos de dominação com tem tido um papel de transformação social. Uma educação científica comprometida com a cidadania precisa considerar esses aspectos. Os cidadãos precisam compreender os avanços e as potencialidades da Química para incentivar investimentos na área e para saberem lidar com os seus avanços. Ao mesmo tempo, eles precisam ter uma visão crítica de repensar o seu desenvolvimento de forma a diminuir riscos e a buscar redução das desigualdades (SANTOS, 2011, p. 304).

São esses condicionantes que nos fazem defender a AC das pessoas, pensando sempre na formação para a cidadania, na tomada de decisão consciente, crítica, na melhoria da qualidade de vida, na diminuição da desigualdade social, no desenvolvimento de seres humanos como agentes modificadores da sociedade. Nesta vertente, a AC e a FC se fazem necessários e urgentes.

Para realmente resolver a falta de alfabetização científica, todos os países precisam redobrar seus esforços para melhorar o ensino de ciências da vida no meio anos escolares e secundários [...] isso deve ser combinado com currículos enriquecidos e melhor preparação do professor. E mesmo que organizações como a Federação das Sociedades Americanas de Biologia Experimental e a Sociedade Americana de Química, tenha dedicado recursos ao desenvolvimento de melhores livros, precisamos de mais do que apenas livros melhores: precisamos de cientistas se envolverem diretamente com o ensino médio (MILLER, 2011, p. 21).

Para tanto, cabe questionar como a superação dos obstáculos previamente apresentados pode contribuir para o ensino nesta vertente. O Ensino de Termoquímica deve estar atrelado a perspectiva de alfabetizar com a ciência para que possamos agir com consciência social e responsabilidade.

O que temos de fazer, na verdade é propor ao povo, através de certas contradições básicas, sua situação existencial, concreta, presente, como problema que, por sua vez, o desafia e assim, lhe exige resposta, não só no nível intelectual, mas no nível da ação (FREIRE, 2016, p. 120)

Para tanto, cabe salientar que “a ciência pode apresentar elementos de interpretação ‘especializada’ que podem testar a coerência de uma certa visão” (FOUREZ, 1995, p. 299), da Química, Física, Sociologia, entre outras. Como afirma o autor,

A ciência permite, portanto, analisar melhor os efeitos e a coerência de uma determinada abordagem. Tratam-se de reduções metodológicas extremamente úteis.

Diante das questões éticas relativas à contracepção, por exemplo, a psicologia, a biologia e a sociologia trarão elementos de análises concernentes aos resultados das diversas práticas [...]. Entretanto, o que a ciência não pode fornecer jamais é a resposta a questão ética: “Queremos assumir tal decisão?”. Assim, em relação à “definição” de uma pessoa humana, a questão consiste em perguntar: “Queremos aceitar tal ou tipo de critérios para decidir reconhecer uma pessoa humana, com o conjunto de direitos que reconhecemos como nossos semelhantes?” [...]. A análise científica pode contribuir para esclarecer as implicações das escolhas, mas não pode jamais responder à questão: “É isto o que eu (nós) quero (queremos)?” (FOUREZ, 1995, p. 300-301).

Com base em nossas análises, é válido apontar três importantes direcionamentos na construção do conhecimento científico que trataremos no guia didático-metodológico apresentado no capítulo 5, elaboradas por Delizoicov (1991; 2008), Delizoicov *et al.*, (2018) e Gehlen *et al.* (2012) como momentos pedagógicos: 1) Problematizações iniciais; 2) Organizando o conhecimento; 3) Aplicando o conhecimento.

Cada uma das etapas referentes aos momentos pedagógicos é imprescindível na relação dialógica do processo de ensino e aprendizagem da Termoquímica. Nosso intuito é instigar o compromisso de cada cidadão na participação efetiva da vida em sociedade, assim como, fomentar a necessidade urgente em compreender as ciências para propor soluções e melhorias no mundo.

CAPÍTULO 5 – PRODUTO EDUCACIONAL: Guia Didático-Metodológico

No presente capítulo, nos debruçamos em propor a construção de um Guia didático-metodológico para o ensino de Termoquímica, referente ao produto educacional gerado a partir das análises e pesquisa anteriormente apresentadas. Este produto é fruto do esforço em propor um ensino de Química para a Alfabetização Científica (AC), pautado na Formação da Cidadania (FC) dos estudantes do ensino médio (EM).

Emergiram, ao longo do desenvolvimento deste trabalho, algumas importantes questões as quais apontam para uma mudança no perfil conceitual do estudante no que concerne o processo de ensino e aprendizagem de Termoquímica. Se por um lado, espera-se que no ensino fundamental os estudantes tenham a oportunidade de se aproximar a questões referentes ao estudo da *matéria e energia*, “em uma perspectiva fenomenológica, com o objetivo de introduzir a prática da investigação científica e ressaltar a importância dessa temática na análise do mundo contemporâneo” (BRASIL, 2018, p. 538), no EM é necessário que se promova a habilidade de aplicação e resolução de situações-problema em um nível contextual, referentes aos conteúdos estudados, exigindo maior nível de abstração e intervenção do estudante em sua realidade.

O estudo da Termoquímica possibilita a compreensão de aspectos relacionados ao entendimento da *matéria e energia*, que como discutido em linhas anteriores, por meio da apropriação dos conteúdos basilares para a construção dos mais complexos, pode-se superar dificuldades apontadas pelos artigos analisados, tais como, a dificuldade em compreender aspectos microscópicos dos macroscópicos e a indiferenciação dos conceitos científicos dos conceitos espontâneos.

Tendo em vista a superação das dificuldades relacionadas ao ensino desta temática, espera-se que, por meio do ensino dialógico juntamente com proposição do ensino para a libertação, os estudantes “aprendam a estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar, para diversos públicos, em contextos variados” (BRASIL, 2018, p. 539), utilizando o conhecimento científico para propor ideias e intervenções no mundo sócio-histórico-cultural-ambiental pautados em princípios responsáveis, conscientes e éticos.

Diante das expectativas relacionadas ao estudo das Ciências da Natureza e suas Tecnologias e os conteúdos dispostos pelo ensino da Termoquímica nos moldes dos currículos formadores atuais (apresentados no tópico 3.1), propomos utilizar a sequência didática desses conteúdos na construção do Guia didático-metodológico para auxílio das aulas teóricas e experimentais, fundamentadas na constante comunicação entre pares (professores e estudantes).

Três pontos foram fundamentais para a elaboração da estrutura do Guia: a *problematização inicial*, ponto fundamental para o levantamento dos saberes iniciais dos estudantes e direcionamento dos saberes que se propõe trabalhar; *organização do conhecimento*, em que os conteúdos serão organizados relacionados ao que foi discutido no ponto anterior e; *aplicação do conhecimento*, quando o estudante é levado a identificar aspectos do seu contexto em relação aos conceitos estudados.

Essas etapas para a construção do conhecimento são delineadas a partir do estudo de Paulo Freire sobre o ensino por temáticas geradoras e apresentada por Delizoicov (1991; 2008) como *momentos pedagógicos*, estudo este também discutido por Gehlen et al. (2012), Delizoicov et al. (2018).

Vale ressaltar que o Guia didático metodológico tem como público-alvo professores do EM de Química e demais Ciências da Natureza e suas Tecnologias. É um material de apoio ao professor para o ensino de conceitos termoquímicos, não se propondo a substituir outros materiais didáticos, como os livros didáticos analisados, discutidos, selecionados e cedidos pelo Plano Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM).

Levando em conta o atual cenário educacional que estamos vivenciando é importante frisar que o professor é um agente escolar preponderante na construção da rede de conceitos cada vez mais complexa dos estudantes, para tanto, é necessário que ele [o professor] reflita sobre suas práticas e invista esforços em superar as diversas dificuldades que encontrará na sua trajetória docente. O produto educacional desta dissertação poderá ser consultado a seguir e em uma versão desvencilhada da presente dissertação.



**FUNDAMENTOS PARA A COMPREENSÃO DA
TERMOQUÍMICA:
Um Guia Didático-Methodológico**

Isney Rodrigues de Sousa Júnior

**Anápolis
2020**

Fundamentos para a compreensão da Termoquímica: Um Guia Didático-Methodológico

Discente: Isney Rodrigues de Sousa Júnior

Orientadora: Dra. Sabrina do Couto de Miranda

Coorientadora: Dra. Lorena Silva Oliveira Costa

Anápolis

2020



Starry Night, de Vincent Van Gogh, 1889

Há cerca de 13,5 bilhões de anos, a matéria, a energia, o tempo e o espaço surgiram naquilo que é conhecido como o Big Bang. A história dessas características fundamentais do nosso universo é denominada física.

Por volta de 300 mil anos após seu surgimento, a matéria e a energia começaram a se aglutinar em estruturas complexas, chamadas átomos, que então se combinaram em moléculas. A história dos átomos, das moléculas e de suas interações é denominada química.

Há cerca de 3,8 bilhões de anos, em um planeta chamado Terra, certas moléculas se combinaram para formar estruturas particularmente grandes e complexas chamadas organismos. A história dos organismos é denominada biologia

(HARARI, 2009, p. 11).

O estudo, no ensino médio, das transformações envolvidas nesses processos [fotossíntese, execução das funções vitais, movimento, transporte, etc.], normalmente sob o nome de termoquímica, envolve o uso de alguns conceitos – energia, calor, temperatura – que já estamos acostumados a usar no nosso dia-a-dia. Essas palavras, no entanto, não têm o mesmo significado na ciência e na linguagem comum.

(MORTIMER; AMARAL, 1998, p. 30)

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	131
PARA REFLEXÃO DA PRÁTICA DOCENTE	134
ESTRUTURA	135
CONTEÚDO DO GUIA	137
PÚBLICO-ALVO	138
UM DIRECIONAMENTO PARA O ESTUDO DE CALORIMETRIA	139
REFERÊNCIAS	151

APRESENTAÇÃO

Se chegou até aqui e está lendo o presente trabalho, façamos um pequeno exercício de reflexão. No decorrer das palavras deste texto, peço-lhes que imaginem cada situação, cada detalhe, cada objeto descrito em cada linha desta apresentação. **Vamos lá?!**

Imaginem uma escola localizada no centro de uma pequena cidade no interior de qualquer estado do Brasil – e cá entre nós, isso não seria nada difícil. Agora, imaginem que essa escola tenha uma fachada bonita, uma entrada com um porteiro, aparentemente segura, uma sorridente secretária na entrada para receber cada um que chegue.

Ao adentrar no interior dessa escola nos deparamos com uma quadra poliesportiva, salas de multimídia, laboratórios de química, física, biologia, informática, salas temáticas, um anfiteatro, profissionais bem qualificados e remunerados, ambientes comuns sonorizados e bem iluminados, um amplo restaurante e, ao lado, uma lanchonete com deliciosos lanches, salada de fruta, sucos naturais e tudo aquilo que esperamos quando sentimos aquela inquietação de fome ao longo de um dia cansativo.

Ainda nessa mesma escola, continue a imaginar que temos uma sala de aula comum – daquelas “tradicionais”, quadro e giz, cadeiras enfileiradas, com um ar-condicionado funcionando normalmente, regularmente revisado, câmeras de segurança com monitoramento 24 horas, com capacidade para 25 alunos, bastante limpa e organizada.

Neste momento podemos levar em consideração que cada um desses 25 alunos possua realidades parecidas, condições de vida parecidas, incentivos parecidos em casa, uma família bem estruturada, uma condução para chegar à escola, recebam mesada, tenham acesso à internet e a bons livros.

Nessa escola existe professor para cada disciplina e atividade – professor de música, línguas, ciências humanas, ciências exatas, ciências da natureza, entre outros. E mesmo que isso possa auxiliar no processo ensino e aprendizagem, não podemos nos esquecer de um ponto fundamental neste processo todo: cada um desses 25 alunos se desenvolve à sua maneira e no seu devido tempo.

Mas isso é muito tranquilo nessa escola. Cada sala conta com profissionais especializados em desenvolvimento cognitivo, sem falar nos professores de apoio e reforço disponíveis quase que integralmente para os alunos que possuem dificuldades para aprender. Bom, recursos, novas metodologias, didáticas inovadoras não são problemas nessa escola. O

custo mensal de todas essas formas de melhorar o ensino é altíssimo e deveria fazer parte da realidade de todas as escolas.

Agora peço-lhes que entrem em confronto com todos esses ideais apresentados a vocês e imaginem o contrário: – Uma escola sem muita estrutura, construída de placas de concreto, com um ventilador de teto, que por anos funciona apenas como um enfeite, uma sala abafada, cuja capacidade é de, mais ou menos, 30 alunos, mas para conseguir atender toda a demanda, encontra-se lotada por 45 alunos. Um só professor, que aliás, exerce tanto a função do magistério quanto a de gestor educacional e financeiro.

Imaginem também que esses mesmos 45 alunos também possuam, assim como os 25 anteriores, níveis de desenvolvimento diferenciados, necessitem de professores de apoio (e não os tem), não ganhem mesada, precisem pegar uma precária condução para irem à escola, não possuam uma estrutura familiar, nem mesmo recursos para atender suas necessidades básicas. Estes alunos precisam trabalhar em uma jornada diária de, no mínimo, oito horas por dia, porque precisam se alimentar, ter o que vestir, comprar medicamentos e cuidar de outros membros da família.

De um lado, alunos com a estrutura de uma boa educação, uma realidade desejada por muitas e vividas por poucos. De outro, alunos marginalizados e esquecidos, lutando diariamente para ter condição de viver dia após dia, sem estrutura, com um salário irrisório, que mal proporciona alimentação e moradia.

Por fim, imaginem as aulas de química para o ensino médio nessas duas escolas. Na primeira, os alunos não têm muito interesse nas aulas de laboratório, precisam colocar jaleco, prender os cabelos, colocar sapatos fechados, precisam sair das suas salas, passar por um longo corredor até acessarem os laboratórios. Na segunda, os alunos nunca tiveram aulas experimentais, o professor até tentou em algumas ocasiões, sem muito sucesso, a sala estava lotada demais, impossibilitando que os alunos que estavam no fundo conseguissem visualizar o experimento e não possuía os materiais necessários para a sua execução. Laboratório?! Acho que o contexto dessa escola já apresenta a impossibilidade de tê-lo.

Por que ensinar Química/Termoquímica? Para quem ensinar? Como ensinar? Quais metodologias utilizar para a efetivação do ensino? São questões que sondam o ensino e nos fazem repensar de que maneira ensinamos.

É com base nessas questões que foi desenvolvido o presente Guia Didático-Metodológico. Pensado a partir da intencionalidade de se ensinar química por uma perspectiva metodológica que atenda a toda e qualquer realidade escolar, seja ela com uma boa estrutura de

salas de aula e laboratorial ou mesmo em uma sala superlotada. A nossa preocupação aqui localiza-se em potencializar o Ensino de Termoquímica, utilizando o diálogo entre os sujeitos para que haja interação em sala, permitindo que os estudantes consigam perceber a importância dos conhecimentos científicos em suas realidades, fomentando a necessidade que temos de um ensino formador de cidadãos preocupados com a transformação da realidade a qual estão inseridos para a construção de uma sociedade mais justa. Em uma era de anticientificismo, isso se torna imperativo!

Acreditamos que a dialogicidade e as questões relativas à realidade dos seres vivos serve de instrumento motivacional para a busca por generalizações e modificações da vida, pois é a partir do diálogo que se identificam caminhos para um ensino transformador (FREIRE, 2016). O professor deve ser o mediador entre o conhecimento científico e a realidade de quem esse conhecimento é apresentado (VIGOTSKI, 1991).

Este Guia Didático-metodológico tem como público-alvo professores do EM de Química e demais Ciências da Natureza e suas Tecnologias. É um material de apoio ao professor para o ensino de conceitos da termoquímica, que visa apresentar possibilidades metodológicas para se trabalhar esses conceitos, considerando a dialogicidade, a problematização, a ampliação das redes conceituais e possibilidades de contextualização. Ou seja, é um recurso adicional que pode servir como um rico suporte nas práticas pedagógicas docente.

Nossa preocupação é promover um ensino voltado para a formação da cidadania. Este guia pode ser adaptado de acordo com a realidade escolar, entretanto cabe ressaltar que requer um esforço do professor na promoção de um ensino dialógico sendo importante considerar as questões iniciais apresentadas pelo presente guia, bem como, levar em conta os conceitos cotidianos e os saberes vivenciais que os estudantes apresentarão.

Este trabalho é componente de uma dissertação de mestrado do programa de pós-graduação *Stricto Sensu* Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, da Universidade Estadual de Goiás, Câmpus Henrique Santillo, Anápolis-Go.

PARA REFLEXÃO DA PRÁTICA DOCENTE

E o que, de fato, aproveitamos e usamos hoje do conhecimento que fomos obrigados a estudar na escola? O que lembramos tem utilidade para nossa vida fora do espaço escolar? O que, de fato, aprendemos, ou seja, aquilo de que nos apropriamos e podemos usar para compreender e intervir? E o que aprendemos em aula? O que só aprendemos, de fato, quando começamos a ensinar? O que aprendemos quando discutíamos com nossos colegas, quando fazíamos trabalhos juntos ou quando ensinávamos nosso irmão ou amigo mais novo?

Quanto tempo e esforço para perceber uma relação que hoje achamos óbvia e que muitas vezes, só fomos entendê-la anos depois do término de nossos estudos sobre ela. Quanta coisa ainda hoje repetimos como papagaios, até que alguém nos faz uma pergunta inesperada e descobrimos que, de fato, não sabemos o que estamos dizendo. Às vezes, a curiosidade despertada faz com que voltemos aos velhos livros ou busquemos novos, ou simplesmente fiquemos a matutar, fazer esquemas, pensar sobre a pergunta até conseguirmos resolvê-la ou decidirmos abandoná-la de vez.

Trecho retirado do livro *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco* (2018, p. 91)

ESTRUTURA

O presente guia é direcionado para vocês, professores e professoras de Química do Ensino Médio. Vocês encontrarão questões que poderão ser trabalhadas ao longo das aulas de Termoquímica, com referências a publicações que possam contribuir com sua prática docente.

Este guia foi pensando para 4 aulas de 1 hora, mas esses valores podem variar de acordo com as especificidades de cada turma. Toda estrutura foi pensada e elaborada a partir dos Momentos Pedagógicos, proposta didático-pedagógica fundamentada em Paulo Freire e estruturada por Gehlen et al. (2012) e Delizoicov et al. (2018).

Três etapas são cruciais para a formulação das aulas:

1º Etapa: Problematização inicial

Nesta etapa questões reais que os estudantes conhecem e vivenciam devem ser levantadas e, a partir delas, serão desafiados a expor seus saberes sobre determinado tema;

- Instigar os estudantes sobre questões relacionadas ao que vai ser trabalhado em sala;
- Explicitar os conhecimentos prévios dos alunos;
- Lembrar que as situações são obtidas pelo processo de investigação temática²⁹!

2º Etapa: Organização do Conhecimento

Nesta etapa, ocorrerá um estudo sistemático dos conhecimentos científicos necessários para a compreensão dos conhecimentos espontâneos;

- Selecionar previamente os conteúdos
- Planejar a abordagem desses conteúdos
- Elaborar os primeiros sentidos de conceitos;

3º Etapa: Aplicação do conhecimento

²⁹ Investigação temática, compreende abordar situações/problemas que são “manifestações de contradições locais”. (FREIRE, 1987 *apud*. Gehlen, 2012, p. 3). “Se realizada por meio de uma metodologia conscientizadora, além de nos possibilitar sua apreensão, insere ou começa a inserir os homens numa forma crítica de pensarem seu mundo (FREIRE, 2016, p. 134).

A partir da formação de conceitos os estudantes podem compreender outras situações, para além das que foram previamente apresentadas;

- Generalizar os conhecimentos;
- Compreender suas realidades;
- Ampliar as problematizações;

CONTEÚDO DO GUIA

A partir da análise de 20 artigos publicados na Revista Química Nova na Escola (QNEsc), cuja temática focaliza o Ensino de Termoquímica, selecionamos os conteúdos científicos que foram trabalhados de forma exitosa, bem como, os que utilizaram a Formação da Cidadania e a Alfabetização Científica como norteadores do desenvolvimento de suas práxis.

Como percebido na análise feita, uma das recorrentes dificuldades encontradas relaciona-se com a utilização de termos basilares como **calor**, **temperatura** e **energia**. Para tanto, nos propomos em elaborar um Guia Didático-Metodológico para discutir tais conceitos, fundamentando assim, conceitos mais complexos da Termoquímica. Geralmente esses conceitos são trabalhados no 2º ano do Ensino Médio, mas o professor tem autonomia para adaptá-lo para qualquer ano/série.

PÚBLICO-ALVO

Professores em formação inicial, em Ciências e/ou Química, e Professores de Ciências e/ou Química do Ensino básico, pesquisadores do Ensino e todos aqueles que se preocupam com o desenvolvimento social e com a construção de uma sociedade mais justa.

A figura 1, a seguir, aponta para a diferenciação entre igualdade e equidade. A proposição do presente guia é auxiliar no processo de formação da cidadania pautada na alfabetização científica, o que pretendemos é fomentar a necessidade que temos da construção de sociedade mais equável e mais justa. Esses moldes de construção social nos respaldam na intencionalidade do ensino que queremos propor.

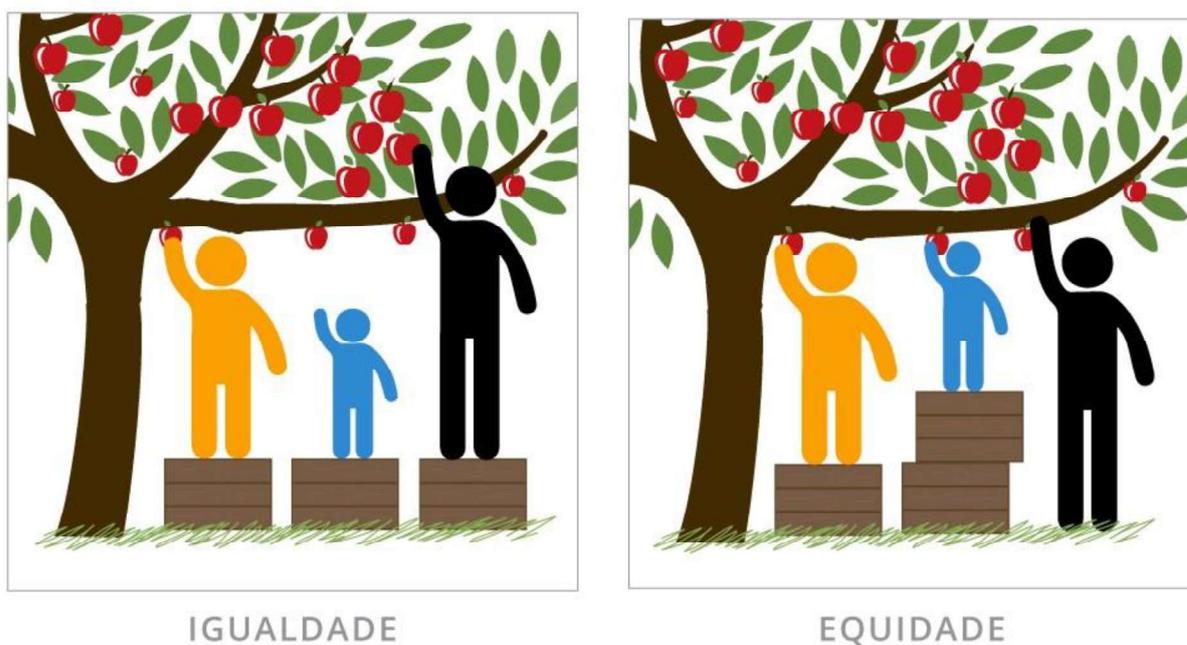


Figura 1. Diferença entre igualdade e equidade. Fonte: Disponível em: <<https://tinyurl.com/y4hzopg8>>

UM DIRECIONAMENTO PARA O ESTUDO DE CALORIMETRIA

Conceitos basilares são fundamentais para a compreensão de conceitos mais complexos. No caso da termoquímica conceitos de **calor**, **temperatura** e **energia**, estes conceitos alicerçam conceitos de Entalpia, Trabalho, Energia Interna e Lei de Hess. Neste guia, propomos elaborar uma sequência didática destes conceitos-base direcionando para o ensino dialógico.

O quadro 1, a seguir, apresenta a estrutura de uma sequência didática relacionado ao estudo de calorimetria e as etapas dos três Momentos Pedagógicos com recursos indicados por quadros subsequentes. É importante que você, professor, se atente as discussões e permita que os estudantes exponham seus conhecimentos vivenciais.

Quadro 1. Sequência didática sobre Termoquímica.

Momentos Pedagógicos	Descrição das atividades	Materiais auxiliares para o professor
Problematização inicial 1 hora/aula	Ouvir o Podcast <i>Fronteiras da Ciência</i> junto com os estudantes: Vulcões .	Quadro 2
	Discutir questões da mudança climática no mundo relacionando as erupções vulcânicas.	Quadro 2
	Pedir aos estudantes que respondam as questões iniciais em folha para ser entregue o término da aula.	Quadro 3
Organização do conhecimento 1 hora/aula	Direcionar as discussões anteriores na elaboração dos conceitos necessários para se discutir conceitos mais complexos posteriormente. Escreva no quadro os conceitos relacionados ao tema discutido na aula anterior: Calor, energia, temperatura .	----
	Utilizar o experimento sobre calorimetria.	Quadro 4

Organização do conhecimento 1 hora/aula	Direcionar as discussões sobre os conceitos utilizando as respostas dos estudantes das questões do quadro 3	Quadro 3
	Ler o texto com os estudantes “Duas carvoarias são flagradas com trabalho escravo em Goiás”	Quadro 5
	Discutir o texto do quadro 5 direcionando para problematizações sociais da temática do texto, propondo aproximação dos conceitos científicos da Termoquímica.	----
Aplicação do conhecimento 1 hora/aula	Responder as questões iniciais apontadas.	Quadro 3
	Extrapolar os conceitos trabalhados utilizando os apontamentos feitos no mapa conceitual.	Quadro 6
	Promover uma atividade em grupo, direcionando os estudantes para conceitos mais gerais. Para isso, utilizar os apontamentos feitos após a apresentação do mapa conceitual.	Quadro 6

Fonte: Adaptado de Cavalcante *et al.*, 2018, p. 8-9.

Na sequência, alguns materiais auxiliares serão disponibilizados para o professor na execução da atividade descrita anteriormente. O *podcast* indicado pelo quadro 2 está disponível gratuitamente na plataforma *Spotify*. Neste *podcast* os autores discutem a relação entre mudanças climáticas e as influências dos vulcões nesta dinâmica.

Quadro 2. *Podcast* de apoio: Vulcões III.**Podcast:** Fronteiras das Ciência – episódio 23: Vulcões III.

Os vulcões terrestres têm um enorme efeito local quando entram em erupção. Ao mesmo tempo, é possível influenciar fenômenos em escala global, principalmente relacionados ao clima. Neste terceiro de uma série de episódios, Carolina Brito e Jeferson Arenzon, ambos do Departamento de Física da UFRGS, conversam com Rualdo Mebegat, professor do Departamento de Paleontologia e Estratigrafia da UFRGS e Francesco Battista, doutorando no Instituto de Geociências, sobre vulcões, supervulcões e seus efeitos no clima e nas grandes extinções.

Produção e edição: Jeferson Arenzon

Fonte: Disponível em: < <https://cutt.ly/cgPEZJM> > acesso em: 02/08/2020.

Com o intuito de promover o diálogo o professor deve direcionar as discussões estimulando a fala do aluno. Dessa forma, questões importantes e que dialoguem com o contexto social do estudante auxiliam nesta dinâmica. Questões como:

- O que é calor?
- O que acontece para o gelo (água em seu estado sólido) alcançar o vapor (em seu estado gasoso)? – Faça ligação com o estado físico da lava do vulcão.
- Por que “sentimos” frio e calor?
- O que acontece quando deixamos um refrigerante “gelado” sobre a mesa da cozinha por muito tempo? E se estiver destampado?
- Qual a diferença entre calor e temperatura?
- Já utilizaram o termômetro?
- Para que serve o termômetro?

Logo após a etapa de discussão, disponibilize aos estudantes as questões do quadro 3 para que sejam respondidas em sala de aula e entregues. Essas questões permitirão descobrir quais os conceitos prévios dos estudantes, ou seja, a compreensão deste perfil conceitual do estudante, fomentará a elaboração de conceitos mais elaborados e posteriormente, possibilitará o aumento de sua rede conceitual.

Quadro 3. Questões relacionadas ao *Podcast* Vulcões III.**Questões para serem entregues**

1. Como ocorre a erupção de um vulcão?
2. Existem vulcões no Brasil? Ativos ou inativos?
3. Como eles podem afetar a mudança climática?
4. Se não existem vulcões ativos, como isso poderia influenciar na temperatura do planeta Terra?

Utilize as respostas dos estudantes e dirija-os para a compreensão de outros conceitos. Disponibilize no quadro os conceitos que forem surgindo e proponha, sinteticamente, os conceitos que envolvem calor, temperatura e energia.

As sensações térmicas são excelentes condutoras para esse tipo de discussão;
 Permita que os alunos tragam suas ideias iniciais e trabalhe com eles os conceitos mais gerais até a apropriação dos conceitos científicos específicos;
 Utilize objetos e ferramentas que todos tenham acesso, posteriormente, refine essas ideias e direcione as ideias dos alunos;
 Deixe-os falar, não ignore as ideias iniciais e a generalização que façam, esse sentimento de pertencimento os farão mais engajados em discussões posteriores;
 Enquanto discutem sobre esses aspectos, vá anotando as ideias em um papel em branco ou mesmo no quadro;
 Conecte conceitos, estabeleça relações entre as ideias dos alunos e os possíveis conceitos estabelecidos cientificamente

DICAS IMPORTANTES

Na **Organização do conhecimento** um experimento auxiliará na compreensão dos conceitos científicos e direcionará na resolução das questões discutidas previamente. O quadro 4 indicará uma atividade experimental para esta etapa.

Quadro 4. Experimento introdutório sobre calorimetria.**Experimento 1****Você Vai Precisar De:**

- Dois termômetros;
- Cubos de Gelo;
- Água gelada;
- Uma vasilha de volume, aproximadamente, 500 mL;
- Uma colher.

Procedimento

- Inicialmente, deixe o termômetro descansar sobre a mesa durante o levantamento das questões iniciais;
- Peça aos alunos que desenhem uma tabela em uma folha em branco contendo quatro colunas. Assim como o exemplo a seguir:

Substância	t inicial (° C)	t final (° C)	Δt (t inicial – t final)
Gelo (H ₂ O) (s) + Água Gelada (H ₂ O) (l)			

- Anote a temperatura contida no termômetro após a discussão, considerando que esta é a temperatura do ambiente, ou melhor dizendo, a temperatura da vizinhança – por exemplo: 25° C;
- Coloque o gelo dentro da vasilha e complete seu volume com água gelada (assim como está representado na figura 6);
- OBS.: Não encha demais a vasilha, pois levamos em consideração que a água aumentará de volume quando o gelo derreter (fusão) por conta da diferença de densidade (propriedade específica da matéria);
- Mexa com a colher o gelo na água e coloque o segundo termômetro dentro deste sistema; aguarde 30 segundos e anote a temperatura inicial do gelo + água gelada na tabela;
- Retire o termômetro da vasilha, aguarde o final da aula e repita o procedimento novamente;
- Anote a temperatura final do sistema contendo gelo (se ainda existir, ou não) + água;

Enquanto o experimento acontece, o gelo vai se fundindo à medida em que o sistema absorve energia da vizinhança em um processo de equilíbrio de temperatura, vá trazendo os conceitos científicos a partir das ideias iniciais de calor, temperatura e sensibilidade dadas pelos alunos.

Questões Relacionadas Ao Experimento E Conceitos – Mantendo o diálogo

- O que aconteceu com o gelo que estava na vasilha com água?
- Anotados os dados da tabela, discuta-os.
- Qual a diferença de temperatura do sistema inicialmente e ao final da aula?
- Por que houve mudança no valor da temperatura?
- Que tipo de sistema foi analisado? Como reconheço os diferentes tipos de sistema?
- Onde podemos encontrar outros tipos de sistemas parecidos? Na sua casa, no seu bairro, no seu estado, país, continente, mundo...

Uma Pergunta Para Ser Debatida Em Sala

Considerando a temperatura da sala de aula a 25° C, medida pelo termômetro deixado em ambiente, em um tempo de aproximadamente 40 minutos, tempo decorrente da execução do experimento, quanto de temperatura foi perdida do sistema para a vizinhança? De acordo com o tipo de sistema analisado, houve perda de matéria (neste caso, não consideraremos a quantidade de matéria)?

Realize o experimento e mantenha o diálogo constante, permitindo sempre que os estudantes exponham seus pontos de vista de conceitos cotidianos e científicos. É importante que se investigue todos os aspectos macroscópicos do experimento. Para que na etapa de **Aplicação do conhecimento** as explicações microscópicas da atividade experimental sejam esclarecidas.

Quadro 5. Texto Repórter Brasil.**Duas carvoarias são flagradas com trabalho escravo em Goiás**

Uma força-tarefa libertou, em 3 de abril, um contingente de 16 trabalhadores de condições análogas às de escravo em duas propriedades produtoras de carvão no município de Nova Crixás, em Goiás. Parte do grupo, com 12 pessoas, era explorado em uma carvoaria chamada Fazenda Santa Bárbara, onde 36 fornos irregulares estavam em funcionamento. Os outros quatro resgatados operavam 12 fornalhas na área conhecida por Fazenda Lago Perdido, na mesma região. Com resgates sucessivos no setor carvoeiro, o estado é um dos que mais têm apresentado casos de escravidão no país nos últimos cinco anos.

A libertação decorreu de uma força-tarefa responsável pela fiscalização de empreendimentos no município, que fica no noroeste do estado. Participaram auditores-fiscais da Superintendência Regional do Trabalho e Emprego de Goiás (SRTE/GO), integrantes do Ministério Público do Trabalho (MPT) e agentes da Polícia Rodoviária Federal (PRF).

Goiás foi o estado que teve o maior número de empregadores inseridos na atualização de dezembro de 2012 da “lista suja” do trabalho escravo, com um total de 13 nomes. O cadastro contém o nome de empregadores flagrados explorando mão de obra escrava, e é mantido em conjunto pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) e pela Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR). De um total de 394 incluídos na relação, a unidade federativa no Centro-Oeste brasileiro acumula 49 entradas.

Além disso, a produção de carvão vegetal foi a segunda atividade econômica com mais inserções na última atualização da “lista suja”, em dezembro de 2012. Ao todo, foram sete entradas. Na totalidade dos 394 incluídos atualmente, o setor carvoeiro acumula 74 nomes (veja o total corresponde em gráfico abaixo). A atividade econômica dentro das fronteiras goianas, por sua vez, soma pelo menos 16 casos no cadastro.

Desde 2008, quando foi a região do país campeã em flagrantes de trabalhadores reduzidos à escravidão, o estado acumula um mínimo de 200 trabalhadores resgatados por ano. Naquela ocasião, Goiás assistiu ao total de 867 pessoas libertadas da escravidão contemporânea dentro de seus limites geográficos. Para efeito de comparação, conforme dados da Secretária de Inspeção do Trabalho (SIT) do MTE, foram 201 vítimas no ano passado; 310 no decorrer de 2011; 343 durante 2010, quando foi a terceira unidade federativa com mais casos de trabalho escravo no país; e 328 no ano de 2009.

A operação encontrou situações muito semelhantes nas duas fazendas em que o contingente de 16 pessoas submetidas à escravidão contemporânea foi resgatado. Todas as vítimas cumpriam jornadas exaustivas, que chegavam a até 18 horas diárias e se estendiam de tal forma que não era possível folga nos fins de semana. Os trabalhadores não tinham registro nem carteira assinada. O salário era pago “por fora” e, no caso de alguns trabalhadores, recebido através de um esquema de fraude do seguro-desemprego, segundo relata a SRTE/GO.

De acordo com os fiscais, o alojamento das vítimas estava em péssimas condições, com colchões podres e número insuficiente de camas disponíveis. Nas frentes de trabalho, não havia instalações sanitárias, de modo que o grupo resgatado tinha de realizar as necessidades fisiológicas no matagal. Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e água potável não eram fornecidas pelo empregador. Alguns trabalhadores também realizavam atividades de riscos, como a operação de motosserras, sem receber o treinamento necessário para executar tais tarefas.

Os proprietários das duas fazendas inspecionadas haviam arrendado suas propriedades para um terceiro, que administrava a produção de carvão nos dois locais. As atividades econômicas foram interditas pela fiscalização. Tanto os fazendeiros quanto o arrendatário das terras ficaram responsáveis pelo pagamento das verbas rescisórias aos trabalhadores resgatados, bem como de outras multas aplicadas pelo Ministério Público do Trabalho a título de “danos morais coletivos”. Os valores passam de R\$ 80 mil.

Parte do grupo libertado havia sido trazido do interior de Minas Gerais por “gatos” — nome dado aos responsáveis pelo aliciamento de pessoas à escravidão contemporânea. Conforme aponta a fiscalização, esses aliciadores da mão de obra também serviam como “laranjas” para esquivar a responsabilidade dos donos das fazendas e do arrendatário responsável pela produção de carvão.

O fazendeiro, o arrendatário e os “gatos” poderão responder pelo crime de submissão de trabalhador à condição de escravo, conforme prevê o artigo 149 do código penal. Eles também poderão ser incluídos na “lista suja” do trabalho escravo, em futura atualização do cadastro.

Guilherme Zocchio, Reporter Brasil, 2013.

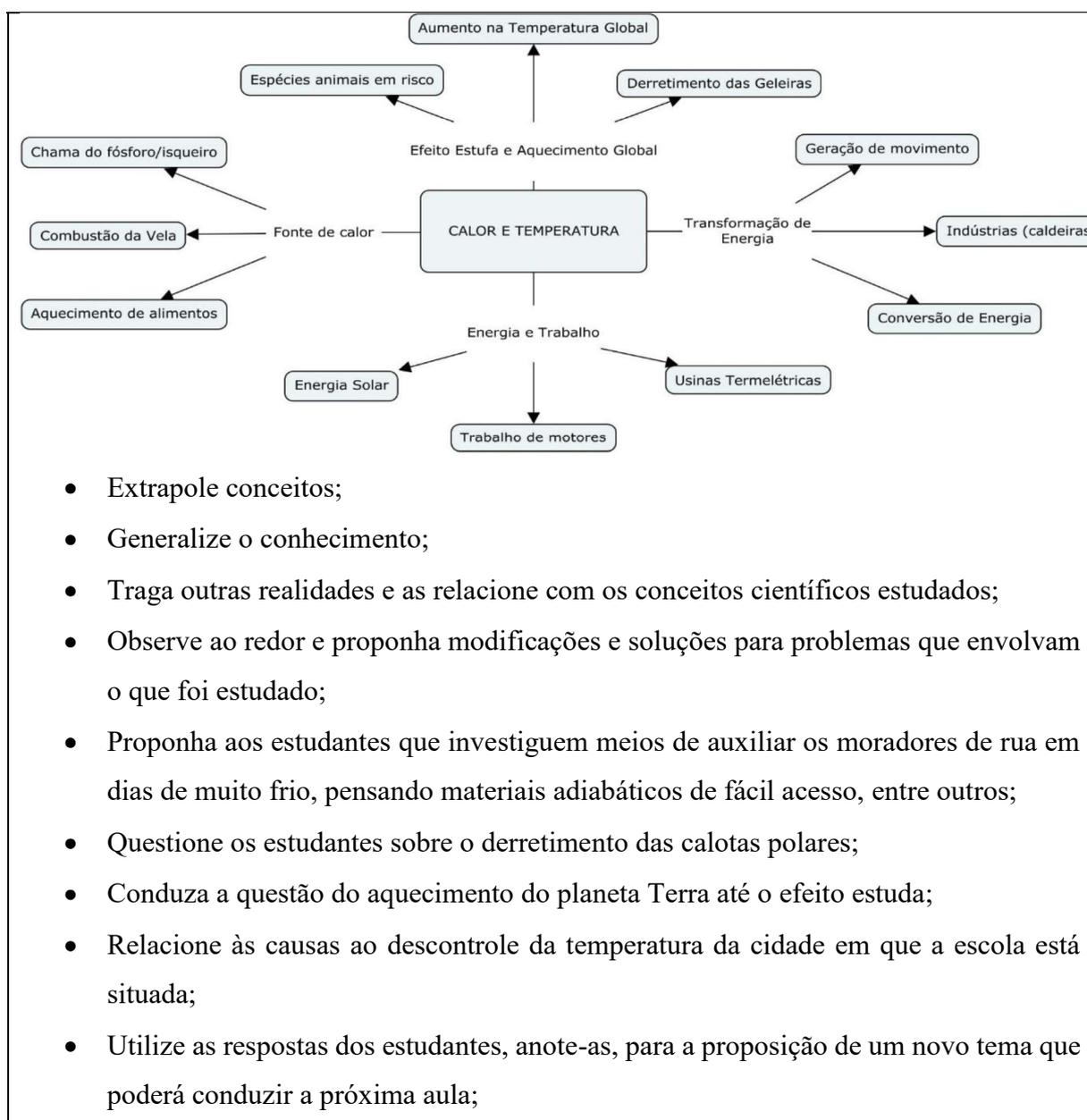
Fonte: Adaptado de: < <https://cutt.ly/5gPmlsP> > Acesso em 10/08/2020.

Para a **Aplicação do Conhecimento**, retome as discussões iniciais sobre os vulcões e as mudanças climáticas, redirecionando para a ampliação da rede conceitual dos estudantes. É

importante que os conceitos basilares sejam trabalhados com efetivo significado, pois compreender as relações que existem entre eles e em como a emissão de gases pelos vulcões culminam no aumento da temperatura global, possibilitará no entendimento de outros conceitos que se engendram no contexto social, cultural, ambiental e histórico de todos os sujeitos.

Pesando a possibilidade de generalização dos conceitos científicos, apresentaremos um mapa conceitual sobre vertentes da **Aplicação do Conhecimento**. Nesta etapa, indicamos caminhos sobre os conceitos de calor e temperatura que podem ser trabalhados e discutidos em sala de aula. Dessa forma, o conceito de energia, pode ser aplicado na mesma direção, mesmo que este não conste no presente mapa.

O mapa conceitual a seguir, quadro 6, apresenta possíveis generalizações dos conteúdos relacionados ao conceito de calor e temperatura. No mapa são abordadas temáticas que podem ampliar as discussões referentes a estes conceitos.

Quadro 6. Mapa conceitual da generalização dos conceitos de calor e temperatura.

- Extrapole conceitos;
- Generalize o conhecimento;
- Traga outras realidades e as relacione com os conceitos científicos estudados;
- Observe ao redor e proponha modificações e soluções para problemas que envolvam o que foi estudado;
- Proponha aos estudantes que investiguem meios de auxiliar os moradores de rua em dias de muito frio, pensando materiais adiabáticos de fácil acesso, entre outros;
- Questione os estudantes sobre o derretimento das calotas polares;
- Conduza a questão do aquecimento do planeta Terra até o efeito estufa;
- Relacione às causas ao descontrole da temperatura da cidade em que a escola está situada;
- Utilize as respostas dos estudantes, anote-as, para a proposição de um novo tema que poderá conduzir a próxima aula;

Fonte: Próprio autor

Conduza a aula para a interação entre os estudantes por meio de uma atividade em grupo. Divida a sala em 4 grupos (com quatro ou cinco componentes – dependendo da realidade da sala de aula) e distribua os temas da generalização apresentadas pelo mapa conceitual entre eles. Por exemplo:

- Para o primeiro grupo, peça-os que construam um vulcão (Os materiais e métodos para esta elaboração pode ser encontrada em: < <https://lunetas.com.br/como-fazer-um-vulcao-de-verdade-em-casa/> >);

- Para o segundo grupo, peça-os que pesquisem sobre a chuva ácida, sua formação, composição, lugares frequentes, causas e efeitos;
- Para o terceiro grupo, peça-os que pesquisem sobre o aquecimento global e suas causas principais, focalizando artigos que tratam das queimadas no Brasil nos últimos dois anos;
- Para o quarto grupo, peça-os que pesquisem sobre leis ambientais que abordam o aquecimento global, emissão de gases poluentes na atmosfera, bem como o que os direitos humanos dizem sobre os trabalhadores em zonas precárias e de escravidão;

Discuta com os estudantes uma data de entrega de um relatório escrito das pesquisas realizadas e uma roda de conversa para que cada grupo compartilhe os conhecimentos adquiridos. Dessa maneira, direcione as discussões para as possíveis relações em comum (social, ambiental, cultural, entre outros) das quatro pesquisas.

Ao final da apresentação, proponha a elaboração de uma carta aos órgãos responsáveis pela resolução dos problemas encontrados, justificando por meio do conhecimento científico os motivos que os levaram a encontrar esses problemas, indicando possíveis soluções. Exigindo um posicionamento das autoridades em questão e o provimento de melhorias para tais questões.

Para auxiliar as discussões, selecionamos três importantes artigos que abordam os conceitos de **calor**, **temperatura** e **energia**. Nestes artigos, os conceitos macroscópicos e microscópicos são discutidos, apresentando o melhor relacionamento entre eles. Também podem ser encontrados nesses artigos formas de se discutir diferentes conceitos pensando a possibilidade de ampliação do perfil conceitual dos estudantes.

Pensando nas mais diversas possibilidades de construção de sequências didáticas que abordam os conceitos basilares acima citados, concluímos que este Guia Didático-Metodológico funciona como um direcionamento para o ensino dialógico. Assim, o constante diálogo entre estudantes e professores pode fornecer outros direcionamentos, para outras questões e outras temáticas. O que apresentamos é apenas uma das muitas possibilidades de se elaborar um guia auxiliar à prática docente, a partir das discussões podem surgir outros tantos temas e outras tantas questões que produtos educacionais tais como este, podem se adaptar a realidade de qualquer escola e/ou sala de aula.

Energia e a Química de Oliveira e Santos (1998) discute a utilização do conceito de energia química, especialmente no que se refere aos processos de troca de calor. Link para acesso: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc08/conceito.pdf>>

Quanto Mais Quente Melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica de Mortimer e Amaral (1998), apresenta concepções de estudantes sobre calor e temperatura e sugere quatro atividades para trabalhar esses conceitos cujo intuito é favorecer a construção dos conceitos científicos, básicos para a aprendizagem de conceitos mais complexos da termoquímica. Link para acesso: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>>

Ensinar Ciências por Investigação: Um Desafio para os Formadores de Lima, David e Magalhães (2008), além de apresentar um experimento investigativo para criar oportunidade de aquisição de conceitos consistentemente, desenvolve conceitos termodinâmicos de calor, transformações adiabáticas e diatérmicas, e energia. Link para acesso: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc29/06-RSA-7306.pdf>>

Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular de Barros (2009), discute explicações microscópicas para fenômenos macroscópicos. Link para acesso: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_4/04-CCD-7008.pdf>

5. REFERÊNCIAS DO GUIA

BARROS, H. L. C. **Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular.** Quím. Nova Esc. Vol. 31, N° 4, 2009.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 5. ed. Cortez Editora, 2018.

GEHLEN, S. T; MALDANER, O. A; DELIZOICOV, D. **Momentos Pedagógicos e as Etapas da Situação de Estudo: Complementariedades e Contribuições para a Educação em Ciências.** Ciência & Educação, v.18, n.1, p.1-22, 2012.

CAVALCANTE, K. L. *et al.* **Uma Proposta De Sequência Didática Utilizando A Abordagem Dos Três Momentos Pedagógicos Para O Ensino De Cinética Química.** Revista Diálogo e Interação, Cornélio Procópio, V. 12, n. 1, 2018.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, L. A. et al. **As Analogias E Metáforas No Ensino De Ciências À Luz Da Epistemologia De Gaston Bachelard**. Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Vol. 2. N° 2, 2002.

ANDRIGHETTO, R. et al. **A Vivência Formativa de uma Estudante do Ensino Médio no Ambiente Universitário: Olhares para a Química e a Pesquisa Científica**. Quím. Nova na Esc. Vol. 41, N° 3, 2019.

ATKINS, P.; JONES, L. **Princípios de Química: Questionando a vida moderna**. 5° ed. Porto Alegre: Bookman, 2014.

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-Química**. 9° ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

ATKINS, P.; PAULA, J. de. **Físico-química: Fundamentos**. 5° ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

BARRETO, V. **O Conceito Moderno de Cidadania**. Revista de Direito Administrativo. Rio de Janeiro, 1993.

BARROS, H. L. C. **Processos endotérmicos e exotérmicos: uma visão atômico-molecular**. Quím. Nova Esc. Vol. 31, N° 4, 2009.

BICUDO, M. A. V. **A pesquisa qualitativa fenomenológica: interrogação, descrição e modalidades de análise**. In: Maria Aparecida Viggiani Bicudo. (Org.). Pesquisa qualitativa segundo a visão fenomenológica. 1ªed. São Paulo: Editora Cortez, 2011, p. 41-74.

BRAATHEN, P. C.; et al. **Entalpia de Decomposição do Peróxido de Hidrogênio: uma Experiência Simples de Calorimetria com Material de Baixo Custo e Fácil Aquisição**. Revista Química Nova na Escola. N° 29, 2008.

BRASIL. **Lei 9394/96**. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Disponível em <<http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1996/lei-9394-20-dezembro-1996-362578publicacaooriginal-1-pl.html>> Acesso out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Vol. 2. Brasília: MEC; SEB, 2006.

CACHAPUZ, A. Cultura científica e defesa da cidadania. Revista Campo Abierto, v. 35, n. 1, p. 3-12, 2016.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária Renovação do Ensino das Ciências**. 3 ed. Cortez Editora: São Paulo, 2011.

CACHAPUZ, A. et al. **A Necessária Renovação do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A; et al. **Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino de Ciências: um repensar epistemológico.** *Ciência & Educação*, V. 10, N. 3, p. 363-381, 2004.

CANZIAN, R.; MAXIMIANO, F. A. **Princípio de Le Chatelier O Que Tem Sido Apresentado em Livros Didáticos?** *Revista Química Nova na Escola*. Vol. 32, Nº 2, 2010.

CASTRO, P. M. A.; FERREIRA, L. N. A. **Representações Sociais de calor por estudantes de Graduação em Química.** *Quím. Nova Esc.* Vol. 37, Nº Esp. 1, 2015.

CHASSOT, A. **Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação.** 8. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018a.

_____. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.** *Revista Brasileira de Educação*, 2003.

_____. **Para que(m) é útil o Ensino?** 4. ed. Ijuí: Unijuí, 2018b.

CONJUR. **Para MPF, projeto Escola Sem Partido é inconstitucional e impede pluralidade.** *Revista do Consultor Jurídico*. 2016. Disponível em: < <https://www.conjur.com.br/2016-jul-22/mpf-afirma-projeto-escola-partido-inconstitucional>>. Acesso em: julho, 2020.

COSTA, F. J. F.; et al. **Ciência e obscurantismo em contexto de crise: a superação do capitalismo como uma vela na escuridão.** *Cadernos GPOSSHE On-line*, V. 2, N. Especial, 2019.

COSTA, L. S. O. **A educação ambiental crítica e a formação humana: a tomada de consciência e a elaboração conceitual na formação de educadores ambientais.** 2017. 248 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2017.

COSTA, L. S. O. ECHEVERRÍA, A. R. **Contribuições da teoria sócio-histórica para a pesquisa sobre a escolarização de jovens e adultos.** *Revista Ciênc. Educ.*, Bauru, V. 19, Nº. 2, p. 339-357, 2013.

COSTA, T. S.; et al. **A Corrosão na Abordagem da Cinética Química.** *Revista Química Nova na Escola*. Nº 22, 2005.

DAL PIAN, M.C. **Ensino de ciências e cidadania.** *Em Aberto*, 11(55), 1993, p. 49-55.

DEL PINO, J. C.; FRIZON, M. D. **Química: Um conhecimento científico para a formação do cidadão.** *Revista Educação, Ciências e Matemática*. V.1. Nº 1, 2011.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições.** 1991. 214 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** 5. ed. Cortez Editora, 2018.

DRIVER, R. et al. **Construindo conhecimento científico na sala de aula.** *Revista Química Nova na Escola*. Nº 9, 1999.

DUARTE JÚNIOR, J. F. **O que é Realidade?** São Paulo: Editora Brasiliense, 2006.

DUARTE, N. **O currículo em tempos de obscurantismo beligerante.** Revista Espaço do Currículo, v. 11, p. 139-145, 2018.

DUPRAT, D. Tema: Educação. Educação e Direitos humanos. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Ementa: Opinião a respeito da proposta do Movimento Escola sem Partido (ESP) e análise e manifestação sobre a Proposição Legislativa 867/2015, que inclui, entre as diretrizes e bases da educação nacional, o "Programa Escola sem Partido". Brasília: **Ministério Público Federal**. Procuradoria Federal dos Direitos dos Cidadãos, 2016. (Nota Técnica 01/2016 PFDC)

ESPINOSA, B. R. S.; QUEIROZ, F. B. C. **Breve análise sobre as redes do Escola sem Partido.** Escola "sem" partido: esfinge que ameaça a educação e a sociedade brasileira/ (Org.) FRIGOTTO, G. Rio de Janeiro: UERJ, LPP, 2017. 144 p.

FIRME, R. N. **A Abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) No Ensino Da Termoquímica: análise da construção discursiva de uma professora sobre conceitos científicos.** 292 f. [Tese Doutorado]. Universidade Federal de Pernambuco, RECIFE, 2012.

FONSECA, M. R. M. da. **Química: Ensino Médio.** 2º ed. São Paulo: Editora Ática, 2016, p. 122-148.

FOUREZ, G. Trad. ROUANET, L. P. **A construção das ciências.** Ed. Unesp, 1995.

FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade.** 17. ed. Editora Paz e Terra, 1986.

_____. **Pedagogia do Oprimido.** 62. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2016.

GADOTTI, M. **Da palavra a ação.** In: INEP. Educação para todos: a avaliação da década. Brasília, DF: MEC/INEP, 2000. p. 27-31.

GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. **Momentos Pedagógicos e as etapas da Situação de Estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências.** Ciência e Educação (UNESP. Impresso), v. 17, p. 59-79, 2012.

GOIÁS. Secretaria de Estado da Educação. Currículo referência da rede estadual de educação de Goiás: versão experimental. Goiânia, 2012.

GÓMEZ CRESPO, M. A. **Ideas y dificultades em el aprendizaje de la química.** Revista Alambique, N° 7, 1996.

GONÇALVES, C. A. A. **Calorias dos Alimentos – Uma Abordagem Temática e Lúdica Para o Ensino de Termoquímica.** 102f. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2016.

HARARI, Y. N. **Uma breve história da humanidade.** Tradução Janaína Marco Antônio. 46. ed. Porto Alegre: L&PM, 2019.

JASMIN, M. G. **História dos conceitos e teoria política e social: referências preliminares.** Rev. brasileira Ciências Sociais, São Paulo, Vol. 20, N. 57, p. 27-38, 2005.

KORTLAND, K. **An STS case study about students' decision making on the waste issue.** Science Education, v.80, n.6, p. 673-89, 1996.

KRASILCHIK, M. **Ensino de ciências e formação do cidadão.** Em Aberto, 7(40). 1988.

KRASILCHIK, M., MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania.** 2 ed. São Paulo: Editora Moderna. 2007, 87p.

LAUGKSCH, R. **Scientific literacy: A conceptual overview.** Science Education, 84(1), 71–94, 2000.

LIBÂNIO, J. C. **O dualismo perverso da escola pública brasileira: escola do conhecimento para os ricos, escola do acolhimento social para os pobres.** Educação e Pesquisa (USP. Impresso), v. 38, p. 13-28, 2012.

LIMA, M. E. C. C.; et al. **Ensinar Ciências por Investigação: Um Desafio para os Formadores.** Revista Química Nova na Escola. N° 29, 2008.

LIRA, A. M. **Divergências e Convergências no Pensamento de Paulo Freire e Erich Fromm.** 2015. [99] f. Dissertação [Mestrado]. Universidade Estadual de Campinas – Faculdade de Educação. Campinas, SP. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/253988/1/Lira_AlessandraMendes_M.pdf> Acesso em: março de 2020.

MACHADO, M. A. de M. **O Plano Decenal e os Compromissos de Jomtien.** In: INEP. Educação para todos: a avaliação da década. Brasília: MEC/INEP, 2000.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química: professores/pesquisadores.** Ijuí: Ed. UNIJUI, 2000.

_____. **Situações de estudo no Ensino Médio: nova compreensão de educação básica.** In: NARDI, R. (org.) A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007.

MANZINI-COVRE, Maria Lourdes. **O que é cidadania?** Editora Brasiliense. São Paulo, 2010.

MARTINS, M. F. **Uma “catarsis” no conceito de cidadania: do cidadão cliente à cidadania com valor ético-político.** Revista de Ética. v. 2, n. 2, Campinas, SP, 2000.

MEDEIROS, E. A.; AMORIM, G. C. C. **Análise textual discursiva: dispositivo analítico de dados qualitativos para a pesquisa em educação.** Laplage em Revista (Sorocaba), vol.3, n.3, 2017, p. 247-260.

MILLAR, R. **Um currículo de Ciências voltado para a compreensão por todos.** Revista Ensaio, Vol.5, n.2, p.73-91. 2003.

MILLER, J. D. **Scientific Literacy: A Conceptual and Empirical Review**. Daedalus, 112(2), 1983, p. 29-48.

_____. **To improve science literacy, researchers should run for school board**. Nature Medicine, 17(1): 21, 2011.

MORAES, R. **Uma Tempestade De Luz: A Compreensão Possibilitada Pela Análise Textual Discursiva**. Revista Ciência e Educação. Vol. 9, Nº 2, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise Textual Discursiva**. 2. Ed. Ijuí: Unijuí, 2011.

MORIN, E. **Ciência com Consciência**. Ciência com consciência / Edgar Morin; tradução de Maria 8'1 ed. D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. - Ed. revista e modificada pelo autor - 8" ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MORTIMER, E. F. **As chamas e os cristais revisitados: estabelecendo diálogos entre a linguagem científica e a linguagem cotidiana no ensino das Ciências da natureza**. In: Wildson Luiz P. dos Santos; Otávio Aloisio Maldaner. (Org.). Ensino de Química em Foco. 1ed.Ijuí: Editora Unijuí, 2010, v. 1, p. 181-207.

_____. **Construtivismo, Mudança Conceitual e Ensino de Ciências: Para Onde Vamos?** Investigações Em Ensino De Ciências, v. 1, n.1, p. 20-39, 1996.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. **Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de Termoquímica**. Quím. Nova Esc. Nº 7, 1998.

MORTIMER, E. F.; et al. **A Proposta Curricular De Química Do Estado De Minas Gerais: Fundamentos E Pressupostos**. Revista Química Nova, 23(2), 2000.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P.; EL-HANI, C. N. **Bases teóricas e epistemológicas da abordagem dos perfis conceituais**. Revista de la Facultad de Ciencia y Tecnologia, v. 30, p. 111-125, 2011.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P.; AMARAL, E.M.R.; EL-HANI, C.N. **Conceptual Profiles: Theoretical-Methodological Bases of a Research Program**. In: Mortimer E., El-Hani C. (Orgs) Conceptual Profiles. Contemporary Trends and Issues in Science Education. Vol 42. Springer, Dordrecht, 2014.

MOURA, C. B. **O Ensino de Ciências e a Justiça Social – questões para o debate**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 36, n. 1, p. 1-7, 2019.

OLIVEIRA, L. T. C.; LIMA, P. G. **Cidadania e Educação Enquanto Valor Econômico: Por Uma Perspectiva Diferenciada**. Revista HISTEDBR On-line, nº 54, p. 89-99, 2013.

PACHECO, J. A. **Currículo E Inclusão Escolar: (In)variantes educacionais e curriculares**. Revista Teias. Vol. 17. N. 46, 2016.

PINSKY, J.; PINSKY, C. B. **História da cidadania**. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2003.

PINTO JÚNIOR, V. L. **Comunicação breve: Antivacinação, um movimento com várias faces e consequências.** Cad. Ibero-amer. Dir. Sanit., Brasília, 8(2): 01-132, abr./jun., 2019.

POZO, J. I., CRESPO, M. A. G. **A Aprendizagem e o Ensino de Ciências.** 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

REZENDE FILHO, C. B. **A Evolução do conceito de cidadania.** Revista de Ciências Humanas (Taubaté), Taubaté-SP, v. 7, n.2, p. 17-23, 2001.

RIBEIRO JÚNIOR, R. M. **Análise do contexto de produção do texto de um referencial curricular oficial de química para o ensino médio em Goiás.** 2013. 206 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

RODRÍGUEZ, J. I. **La Revolución Bolchevique: de Lenin a Stalin.** Iturbe. Chía: Universidad de La Sabana, 2018.

ROMANATTO, M. C.; VIVEIRO, A. A. **Alfabetização científica: um direito de aprendizagem. Pacto Nacional pela Alfabetização na Idade Certa. Ciências da Natureza no Ciclo de Alfabetização.** Caderno 08 (p. 07-16). Brasília: Diretoria de Apoio à Gestão Educacional - MEC/SEB, 2015.

RUBBA, P.; ANDERSON, H. **Development of an instrument to assess secondary student's understanding of the nature of scientific knowledge.** Science Education, 62(4), 1978. p. 449–458. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/sce.3730620404>. Acesso: julho de 2020.

SACRISTÁN, J. G. **O currículo: os conteúdos do ensino ou uma análise prática?** In: SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ (Orgs). **Compreender e Transformar o Ensino.** Tradução de Ernani F. da Fonseca Rosa. 4 ed. Ed. Artmed, 2007.

SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ. **Compreender e Transformar o Ensino.** Tradução de Ernani F. da Fonseca Rosa. 4 ed. Ed. Artmed, 2007.

SANTOS, A. P. B.; PINTO, A. C. **Biodiesel: Uma Alternativa de Combustível Limpo.** Revista Química Nova na Escola. Vol. 31 N° 1, 2009.

SANTOS, W. L. P. **A Química e a formação para a cidadania.** Revista Educación Química, Vol. 22, p. 300-305, 2011.

_____. **O Ensino de Química para formar cidadãos: Principais características e condições para a sua implementação na escola secundária brasileira.** 1992. 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 1992.

SANTOS, W. L. P.; MALDANER, O. A. (Orgs.). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a educação básica no Brasil.** Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania.** Ed 4. Ver. Atual. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **O que significa ensino de Química para formar o cidadão?** Química Nova na Escola, n. 4, p. 28-34, 1996.

SAVIANI, D. **Escola e Democracia**. 41ª edição. Campinas-SP: Autores Associados, 2009.

_____. **Pedagogia Histórico-Crítica**. 11 ed. Campinas: SP: Ed. Autores Associados, 2013.

SAVIANI, D.; DUARTE, N. **A formação humana na perspectiva histórico-ontológica**. Revista Brasileira de Educação Vol. 15, N° 45, 2010.

SCAFI, S. H. F. **Contextualização do Ensino de Química em uma Escola Militar**. Revista Química Nova na Escola. Vol. 32, N° 3, 2010.

SILVA, A. C. T.; MORTIMER, E. F. **Aspectos Epistêmicos das Estratégias Enunciativas em uma Sala de Aula de Química**. Revista Química Nova na Escola. Vol. 31, N° 2, 2009.

SIMONI, J. A.; TUBINO, M. **Chafariz de Amônia com Materiais do dia-a-dia: uma causa inicial... quantos efeitos?** Revista Química Nova na Escola. N° 16, 2002.

SOUSA, R. S.; et al. **Interpretações Fenomenológicas e Hermenêuticas a partir da Análise Textual Discursiva: A compreensão em Pesquisas na Educação em Ciências**. Revista Pesquisa Qualitativa. Vol. 4, N°6, p. 311-333, 2016.

SOUZA, R. S.; GALIAZZI, M. C. **Compreensões Acerca da Hermenêutica na Análise Textual Discursiva: Marcas Teórico- Metodológicas à Investigação**. Revista Contexto & Educação, 31(100), 2016, p. 33-55.

SWARTZ, Louis H. **Michael Polanyi and the Sociology of a Free Society**. The American Sociologist, Vol. 29, N° 1, p. 59–70, 1998.

TOASSA, G. **Conceito de Consciência em Vigotski**. Revista Psicologia USP, 17(2), 2006.

_____. **Conceito de Liberdade em Vigotski**. Revista Psicologia Ciência E Profissão. 24(3), 2004.

TORRES, R. M. **Educação para todos: a tarefa por fazer**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

VASCONCELLOS-SILVA; P. R. et al. **A sociedade de risco midiaticizada, o movimento antivacinação e o risco do autismo**. Revista Ciência & Saúde Coletiva, 20(2):607-616, 2015.

VIGOTSKI, L. S. **História do Desenvolvimento das Funções Psíquicas Superiores**. In Obras Escogidas III. Madrid: Visor Distribuciones, 1995.

ZANON, L. B.; MALDANER, O. A. **A Química escolar na inter-relação de saberes constitutivos da Educação Básica para Todos**. In: Santos, W. L. P.; Maldaner, O. A. (Org.). Ensino de Química em Foco. Ijuí: UNIJUÍ, 2010.

Apêndice A – Artigos da Revista Química Nova na Escola que não desenvolvem os conteúdos da temática Termoquímica

Nº	Referência	Seção (Indicada pela Revista)	Objetivo
1	JUSTI, R. S. A afinidade entre as substâncias pode explicar as reações químicas? Química Nova na Escola . Nº 7, 1998.	História da Química (6)	Verificar como as concepções prévias hoje mostradas pelas alunas e pelos alunos a respeito de por que ocorrem reações químicas estão presentes na história do desenvolvimento de um importante conceito: a afinidade.
2	SIMONI, J. A.; TUBINO, M. Chafariz de Amônia com Materiais do dia-a-dia: uma causa inicial... quantos efeitos? Química Nova na Escola . Nº 16, 2002.	Não consta (0)	Adaptar o experimento a condições experimentais facilmente conseguidas em qualquer escola do Ensino Médio.
3	OLIVEIRA, F. C. C. et al. Biodiesel: Possibilidades e Desafios. Química Nova na Escola . Nº 28, 2008.	Química e Sociedade (1)	São apresentadas informações relacionadas ao processo tecnológico de sua produção e de aspectos sociais, econômicos e ambientais, bem como são feitas recomendações, ao final, sobre possibilidades da abordagem desse tema em sala de aula.
4	MASSI, L. et al. Fundamentos e Aplicação da Flotação como Técnica de Separação de	Conceitos Científicos em Destaque (2)	Servir de suporte aos professores interessados em ilustrar suas aulas de separações de misturas com uma técnica extremamente

	Misturas. Química Nova na Escola . Nº 28, 2008.		eficiente, que trabalha diversos conceitos de química e biologia, e tem ampla aplicação em processos industriais que permeiam o nosso cotidiano.
5	BENEDETTI FILHO, E. et al. Palavras Cruzadas como Recurso Didático no Ensino de Teoria Atômica. Química Nova na Escola . Vol. 31, Nº 2, 2009.	Relatos de Sala de Aula (4)	Apresentar uma atividade lúdica desenvolvida em sala de aula e como atividade extraclasse, que consiste no uso de palavras cruzadas que permitem aos alunos revisarem e/ou exercitarem operacionalmente conceitos, definições e episódios históricos da teoria atômica.
6	GORRI, A. P.; SANTIN FILHO, O. Representação de Temas Científicos em Pintura do Século XVIII: Um Estudo Interdisciplinar entre Química, História e Arte. Química Nova na Escola . Vol. 31, Nº 3, 2009.	História da Química (6)	Analisar o trabalho dos chamados químicos pneumaticistas a partir da pintura Um experimento com um pássaro na bomba de ar, executada em 1768 por Joseph Wright of Derby.
7	SANTOS, A. P. B. dos; MICHEL, R. C. Vamos Jogar uma SueQuímica? Química Nova na Escola . Vol. 31, Nº 3, 2009.	Espaço Aberto (3)	Unir as regras do tradicional jogo de sueca aos conceitos de força ácida de substâncias orgânicas e inorgânicas.

8	CANZIAN, R.; MAXIMIANO, F. A. Princípio de Le Chatelier O Que Tem Sido Apresentado em Livros Didáticos? Química Nova na Escola . Vol. 32, N° 2, 2010.	Não consta (0)	Descrever como o Princípio de Le Chatelier é formulado e discutido nesses livros, tendo em vista que esse princípio é a principal ferramenta utilizada para a previsão do comportamento de sistemas em equilíbrio.
9	FRANCISCO JR., W. E. Estratégias de Leitura e Educação Química: Que relações? Química Nova na Escola . Vol. 32, N° 4, 2010.	Espaço Aberto (3)	Trazer apontamentos acerca do papel da leitura no ensino de química e de ciências de um modo geral.
10	MELLO, L. D.; COSTALLAT, G. Práticas de Processamento de Alimentos: Alternativas para o Ensino de Química em Escola do Campo. Química Nova na Escola . Vol. 33, N° 4, 2011.	Relatos de Sala de Aula (4)	Focalizar a experimentação, baseada em técnicas de processamento de alimentos realizadas pelos próprios alunos, utilizando a cozinha da escola para trabalhar conceitos científicos.
11	CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. Química Nova na Escola . Vol. 34, N° 2, p. 92-98, 2012.	Pesquisa em Ensino (8)	Contribuir, através de contribuições teóricas e aspectos pedagógicos, para o Ensino de Química Lúdica por meio do desenvolvimento de atividades e jogos para o EQ.
12	PASSONI, L. C. et al. Relatos de Experiências do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à docência no Curso de Licenciatura em Química da	PIBID (7)	Apresentar, por meio dos relatos de experiências dos alunos da Lic. Em química, como o PIBID tem influenciado na dinâmica de construção do conhecimento a

	Universidade Estadual do Norte Fluminense. Química Nova na Escola . Vol. 34, N° 4, p. 201-209, 2012.		partir dos projetos implementados na escola campo.
13	SOUSA, R. S.; et al. Estudo de Caso em Aulas de Química: Percepção dos Estudantes de Nível Médio sobre o Desenvolvimento de suas Habilidades. Química Nova na Escola . Vol. 34, N° 4, p. 220-228, 2012.	PIBID (7)	Analisar que implicações podem ser delineadas a partir das percepções dos estudantes sobre suas aprendizagens com a utilização do método de Estudo de Caso no ensino médio, em que o objetivo maior é formar cidadãos que precisam se posicionar frente a problemáticas de seu cotidiano social.
14	LEAL, R. C.; MOITA NETO, J. M. Amido: Entre a Ciência e a Cultura. Química Nova na Escola . Vol. 35, N° 2, p.75-78, 2013.	Química e Sociedade (1)	Descrever a produção de dois materiais tradicionais (goma e grude) e associar o processo de obtenção e suas propriedades de uso com os conhecimentos químicos atuais.
15	SATURNINO, J. C. S. F; et al. Pôquer dos Elementos dos Blocos <i>s e p</i> . Química Nova na Escola . Vol. 35, N° 3, p. 174-181, 2013.	Relatos de sala de aula (4)	Descrever o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação do jogo didático Pôquer dos Elementos dos Blocos <i>s e p</i> como uma alternativa para auxiliar no ensino de tabela periódica e periodicidade para alunos do ensino médio.

16	<p>GONÇALVES, F. P.; et al. A Educação Inclusiva na Formação de Professores e no Ensino de Química: A Deficiência Visual em Debate. Química Nova na Escola. Vol. 35, N° 4, p. 264-271, 2013.</p>	<p>Relatos de Sala de Aula (4)</p>	<p>Problematizar a temática da educação inclusiva no contexto da formação de professores e do ensino de ciências da natureza/química a partir do exposto na literatura, em documentos oficiais, e de uma proposta formativa para docentes em química e para a experimentação em química em uma turma com um estudante cego.</p>
17	<p>PITANGA, A. F.; et al. História da Ciência nos Livros Didáticos de Química: Eletroquímica como Objeto de Investigação. Química Nova na Escola. Vol. 36, N° 1, p. 11-17, 2014.</p>	<p>História da Química (6)</p>	<p>Este estudo tem o objetivo de apresentar os resultados de uma pesquisa sobre quais concepções da história da ciência estão associadas ao tema eletroquímica em cinco livros didáticos de química utilizados no ensino médio em escolas da rede pública e da rede particular.</p>
18	<p>MILARÉ, T. A Proposta Metodológica de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade em um Curso de Licenciatura em Química: Discutindo Informações de Corrente de E-mail. Química Nova na Escola. Vol. 36, N° 2, p. 126-134, 2014.</p>	<p>Relatos de Sala de Aula (4)</p>	<p>Este artigo tem como objetivo apresentar a proposta metodológica de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade de Gérard Fourez e discutir suas contribuições para o ensino de química.</p>

19	<p>SILVA, L. A.; et al. Obstáculos epistemológicos no Ensino-Aprendizagem de Química Geral e Inorgânica no Ensino Superior: Resgate da Definição Ácido-Base de Arrhenius e Crítica ao Ensino das “Funções Inorgânicas”. Química Nova na Escola. Vol. 36, Nº 4, p. 261-268, 2014.</p>	<p>Conceitos Científicos em Destaque (2)</p>	<p>O objetivo deste trabalho foi investigar os obstáculos epistemológicos no processo de ensino/ aprendizagem da definição ácido-base de Arrhenius nos cursos de química geral oferecidos aos estudantes de Química Industrial e Licenciatura em Química da UFRRJ, por meio de um questionário montado com questões diretas, relacionadas à definição de Arrhenius.</p>
20	<p>FREITAS-REIS, I.; FARIA, F. L. Abordando o Tema Alimentos Embutidos por Meio de uma Estratégia de Ensino Baseada na Resolução de Casos: Os Aditivos Alimentares em Foco. Química Nova na Escola. Vol. 37, Nº 1, p. 63-70, 2015.</p>	<p>O Aluno em Foco (5)</p>	<p>Neste trabalho, buscamos destacar como a EEEC pode ser adotada no ensino médio, especificamente na disciplina de química, de forma a atrelar um tema social, o uso de aditivos alimentares, a conteúdos de química, levando o aluno a participar ativamente.</p>
21	<p>QUEIROZ, S. L.; VERAS, L. Química Nova na Escola: Contribuições para o Desenvolvimento de Atividades Didáticas. Química Nova na Escola. Vol. 37, Nº Especial 2, p. 133-139, 2015.</p>	<p>Espaço Aberto (3)</p>	<p>O presente trabalho analisa 14 artigos publicados na QNEsc com o objetivo de levantar questões sobre a sua contribuição para o desenvolvimento de atividades didáticas realizadas em salas de aula de química.</p>

22	LISBÔA, J. C. F. QNEsc e a Seção Experimentação no Ensino de Química. Química Nova na Escola . Vol. 37, N° Especial 2, p. 198-202, 2015.	Experimentação no Ensino de Química (10)	Este artigo mostra a contribuição da seção Experimentação no ensino de química nesses 20 anos de Química Nova na Escola, para tornar a experimentação presente e significativa nas aulas de química.
23	LEITE, L. M.; ROTTA, J. C. Digerindo a Química Biologicamente: A Ressignificação de Conteúdos a Partir de Um Jogo. Química Nova na Escola . Vol. 38, N° 1, p. 12-19, 2016.	Espaço Aberto (3)	Os objetivos dessa pesquisa foram conhecer se alunos do ensino médio relacionavam os conhecimentos sobre os temas alimentação, nutrição e digestão, aprendidos nas aulas de ciências, com situações cotidianas e se identificavam a presença da química nesses temas.
24	DEMARI, J.; SALGADO, T. D. M. A Influência do PIBID/Química da UFRGS sobre o Desempenho Escolar de Alunos de Ensino Médio. Química Nova na Escola . Vol. 38, N° 2, p. 157-166, 2016.	Relatos de Sala de Aula (4)	O objetivo deste trabalho é deslocar o olhar do licenciando/ PIBID para um olhar aluno/PIBID afim de compreender a influência do programa no processo de ensino-aprendizagem.
25	MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. Química Nova na Escola . Vol. 38, N° 2, p. 104-111, 2016.	Química e Sociedade (1)	O objetivo deste trabalho foca a investigação de alguns dos principais tipos de softwares educacionais e objetos de aprendizagem usados para o ensino, relatando os aspectos mais relevantes das pesquisas, suas características e potencialidades de experimentação.

26	<p>KIOURANIS, N. M. M.; SILVEIRA, M. P. de. Combustíveis: uma abordagem problematizadora para o ensino de química. Química Nova na Escola. Vol. 39, N° 1, p. 68-74, 2017.</p>	<p>Relatos de Sala de Aula (4)</p>	<p>Neste relato apresentamos algumas reflexões decorrentes do processo de desenvolvimento e aplicação de uma sequência de ensino, proposta no âmbito do projeto denominado Universidade sem Fronteiras, com o objetivo de possibilitar a abordagem contextualizada de conceitos da termoquímica e química orgânica.</p>
27	<p>SOUZA, P. V. T.; et al. Modelizações Astronáuticas na Perspectiva da Educação CTS: Proposta de Atividade Integradora ao Ensino de Ciências. Química Nova na Escola. Vol. XX, N° YY, p. xxx, 2018.</p>	<p>Relatos de Sala de Aula (4)</p>	<p>Neste texto apresentam-se resultados de uma proposta de atividade pedagógica tomando-se aspectos das inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS), em que as ações realizadas se apropriam da elaboração e do lançamento de modelos de foguetes desenvolvidos a partir de garrafas de polietileno tereftalato (PET).</p>
28	<p>SILVA, A. N.; PATACA, E. M. O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial. Química Nova na Escola. Vol. 40, N° 1, p. 33-43, 2018.</p>	<p>Relatos de Sala de Aula (4)</p>	<p>O objetivo é promover reflexões acerca dos aspectos sociais, políticos e econômicos da prática científica por meio da utilização de aspectos históricos da ciência no EQ.</p>

29	SOUZA, P. V. T.; et al. Modelizações Astronáuticas na Perspectiva da Educação CTS: Proposta de Atividade Integradora ao Ensino de Ciências. Química Nova na Escola . Vol. 40, Nº 3, p. 186-195, 2018.	Relatos de sala de Aula (4)	O presente artigo apresenta resultados de uma proposta de ensino aplicada em uma escola pública federal, do interior da região Centro-Oeste, no estado de Goiás, em que foram utilizados foguetes de garrafas de polietileno tereftalato (PET), na perspectiva da educação CTS.
20	ANDRIGHETTO, R.; et al. A Vivência Formativa de uma Estudante do Ensino Médio no Ambiente Universitário: Olhares para a Química e a Pesquisa Científica. Química Nova na Escola . Vol. 41, Nº 3, p. 286-299, 2019.	O Aluno em Foco (5)	Este artigo resulta da execução de um projeto científico-pedagógico universitário que viabilizou uma educação científica diferenciada a uma estudante de nível médio.