



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

PAULO HENRIQUE DE SOUZA

**TEMAS GERADORES NO ENSINO DE BIOQUÍMICA: O CASO DO
QUEIJO E DO DOCE DE LEITE**

Anápolis-GO

2020

**TEMAS GERADORES NO ENSINO DE BIOQUÍMICA: O CASO DO QUEIJO E DO
DOCE DE LEITE**

PAULO HENRIQUE DE SOUZA

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

Orientador: Prof. Dr. João Roberto Resende Ferreira

**Anápolis-GO
Agosto, 2020**



ATA DE DEFESA PÚBLICA DE DISSERTAÇÃO Nº 74

Aos **dezenove** dias do mês de **agosto** do ano de **dois mil e vinte** às **09:00** horas reuniu-se remotamente a banca Examinadora composta pelos **Profs. Drs. João Roberto Resende Ferreira (orientador)**, **Yara Fonseca de Oliveira e Silva (membro externo)** e **Sabrina do Couto de Miranda (membro interno)**, para sob a presidência do primeiro procederem à defesa pública de dissertação de **PAULO HENRIQUE DE SOUZA** discente do **Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências**. A dissertação intitulada "**Temas geradores no Ensino de Bioquímica: o caso do Queijo e do Doce de Leite**" e o Produto Educacional intitulado "Aprendendo Química com sabor - Bioquímica do Doce de Leite e do Queijo - Temas Geradores para o Ensino de Química" foram apreciados pelos membros da banca que deliberaram por unanimidade pela **aprovação (Aprovação/Reprovação/Reformulação)** de ambos. Às **12:15 horas**, a **Prof. Dr. João Roberto Resende Ferreira**, presidente da banca Examinadora, deu por encerrada a sessão e, para constar, lavrou a presente Ata:

Prof. Dr. João Roberto Resende Ferreira
Presidente

Profa. Dra. Yara Fonseca de Oliveira e Silva
Membro Titular Externo

Profa. Dra. Sabrina do Couto de Miranda
Membro Titular Interno

Paulo Henrique de Souza
Discente



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, **CsA n.1087/2019** sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

Dados do autor (a)

Nome Completo: Paulo Henrique de Souza

E-mail: paulohcienciaquimica@gmail.com

Dados do trabalho

Título: Temas Geradores no Ensino de Bioquímica: o Caso do Queijo e do Doce de Leite

Data da Defesa: 19/08/2020

Tipo

Tese Dissertação

Programa: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Concorda com a liberação documento

SIM

NÃO

Assinalar justificativa para o caso de impedimento e não liberação do documento:

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

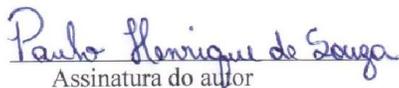
* Em caso de não autorização, o período de embargo será de **até um ano** a partir da data de defesa. Caso haja necessidade de exceder este prazo, deverá ser apresentado formulário de solicitação para extensão de prazo para publicação, devidamente justificado, junto à coordenação do curso.

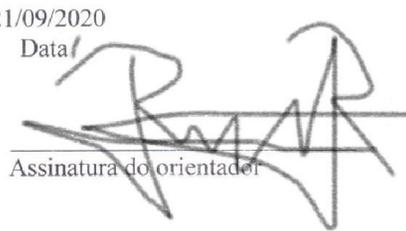
* Período de embargo é de um ano a partir da data de defesa, prorrogável para mais um ano

Anápolis-GO,
Local

21/09/2020

Data


Assinatura do autor


Assinatura do orientador

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

DD467t De Souza, Paulo Henrique
Temas Geradores no Ensino de Bioquímica: o caso do Queijo e do Doce de Leite / Paulo Henrique De Souza; orientador João Roberto Resende Ferreira. -- Anápolis, 2020.
115 p.

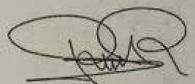
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -- Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, 2020.

1. Química/Bioquímica. 2. Ensino de Química. 3. Temas geradores. 4. Doces de leite e Queijos. 5. Momentos Pedagógicos. I. Ferreira, João Roberto Resende, orient. II. Título.

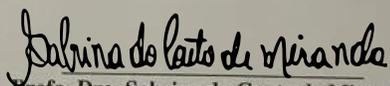
PAULO HENRIQUE DE SOUZA

TEMAS GERADORES NO ENSINO DE BIOQUÍMICA: O CASO DO QUEIJO E DO
DOCE DE LEITE

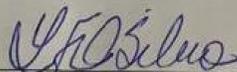
Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado
Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás,
para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, aprovada em 19 de agosto
de 2020 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



Prof. Dr. João Roberto Resende Ferreira
Presidente
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



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



Profa. Dra. Yara Fonseca de Oliveira e Silva
Membro Externo
Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Dedicatória

Dedico este trabalho a todos os educadores que fazem a educação para a emancipação.

Dedico também aos meus avós falecidos: Valdivino Correia de Magalhães, Ângela Alberto de Magalhães e Nair Gonçalves de Souza, cuja memória me fará sempre presente, ambos de vida simples, trabalhadores, batalhadores... e exemplo de vida sempre carregarei em meu caminho.

Agradecimentos

Aos que me contribuíram de forma espiritual:

Agradeço a Santíssima Virgem Maria da qual sou devoto, por celebrar a vida, e sempre conduzir a caminhos mais humanos, igualmente agradeço ao seu Filho, por contribuir com minha breve existência, dada por meu Criador, pai de minha alma (Hb 12, 9) e ao Santo Espírito libertador. Agradeço ao Monsenhor José Vicente Barbosa, pároco da paróquia Sant'Ana de Inhumas, o qual não tenho palavras a agradecer por tão grande reflexão existencial concedida nestes períodos de grandes transformações, e amadurecimento, bem como ao Padre Erasmo.

Aos que me contribuíram com conhecimento:

Ao meu orientador Dr. João Roberto Resende Ferreira, por abrir minha mente para um mundo novo, nortear causas, defender os mais vulneráveis, ser verdadeiro comigo mesmo e combater as hipocrisias e assim, permitir me tornar melhor como ser humano. Agradeço muito, pois, dedicou plenamente a essa orientação com toda sua sabedoria, paciência e reflexão. Agradeço por confiar, acreditar e orientar. Agradeço a Coordenação do PPEC e aos meus demais professores do mestrado especialmente os que contribuíram nas aulas e orientações: Sabrina, Plauto, Leyci, Marcelo, Juliana, Mirley, Solange, José Divino e que tive aula, e contribuíram sem distinção de ninguém. Aos meus colegas de Mestrado também agradeço. Por fim, a Dr.^a Yara e ao professor Wilmar Faria, pelas suas considerações a este trabalho.

Aos que me contribuíram afetivamente:

Agradeço a minha mãe Maria das Graças que sempre me apoiou como base fundamental para minha casa. Ao meu pai Divino Donizete, lavrador cujo exemplo de trabalho árduo sempre carregarei comigo. A minha irmã Angélica Aparecida, caminhando para se tornar professora, que sempre viu a necessidade de se alçar voos maiores e minha sobrinha e afilhada Sofya de Souza que me motivou a amar mais a existência humana e acreditar em transformações sociais.

“Educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta destorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber. Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros. Busca esperançosa também” (FREIRE, 1987, p. 38).

“A educação começa com a vida e só acaba com a morte” Paracelso (Alquimista)

“Fazenda que não tem queijo não é fazenda” (um mineiro que disse)

SUMÁRIO

RESUMO	11
Palavras-chaves:	11
ABSTRACT	12
Keywords:	12
LISTAS DE TABELAS.....	13
LISTAS DE SIGLAS, ABREVIACOES E FORMULAS.....	14
INTRODUÇÃO.....	15
CAPÍTULO I.....	24
1. Ciência Sociedade e Ensino de Química.....	24
1.1 Homem e Natureza	24
1.2 Ciência e Sociedade: como a Ciência se converteu em auxílio do capital?.....	27
1.3 O Conhecimento de Química: um saber em transformação.....	31
1.4 História do Conhecimento: Bioquímica.....	35
1.5 A aprendizagem da Química	38
CAPÍTULO II.....	46
2. Legislação Currículo e Ensino de Química e Bioquímica	46
2.1 Os Documentos Nacionais e o Ensino de Química	46
2.2 As contribuições de Michael Apple para um currículo emancipador.....	55
2.3 Bioquímica e seus aspectos gerais.....	70
CAPÍTULO III	75
3. Temas Geradores: leite, queijos e doces de leite	75
3.1 O uso de temas geradores e os momentos pedagógicos.....	75
3.2 Química e Bioquímica do leite	82
3.3 A história e Bioquímica do queijo	84
3.4 A Química e Bioquímica do doce de leite.....	96

3.5 O Ensino de Bioquímica por meio de práticas cotidianas.....	100
CONCLUSÃO.....	105
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	108
APÊNDICE	115

RESUMO

O Ensino de Química já é tido por vários alunos como difícil, aliado a isto, está a complexa sociedade capitalista, que usa dos princípios hegemônicos para se perpetuar e consolidar a estagnação do sujeito, especialmente o mais vulnerável. O aluno devido a diversos fatores pensa que não pode aprender determinados tipos de conteúdos, entretanto análises mais esmiuçadas das teorias de aprendizagem, da formulação deste conhecimento durante as épocas e da estruturação da sociedade apontam para outros caminhos. Faz-nos necessário mudar as posturas convencionais dessa sociedade. A proposta de Michael Apple e Paulo Freire indica que o *conflito* pode impetrar novos valores contra hegemônicos. Para isto é preciso respeitar a individualidade do educando, bem como seus saberes culturais que fazem parte do capital cultural que possui. Assim esta pesquisa buscou investigar a relação entre o ensino de Química/Bioquímica no Ensino Médio e sua relação a elementos do cotidiano como os doces e os queijos, sendo a proposição central deste trabalho: como o Ensino de Química em seu conteúdo de Bioquímica pode ser ensinado usando temas geradores? Buscamos também entender se há emprego de temas geradores: doces e queijos, para o Ensino de Química/Bioquímica e assim verificar por meio do levantamento de referencial teórico as principais formas em que são produzidos os conhecimentos, bem como, de ensinar Química/Bioquímica considerando a dificuldade de abstração dos conceitos Químicos. Tencionou-se responder a estes objetivos por meio de uma pesquisa qualitativa pelo cunho bibliográfico e pela fundamentação de um produto educacional, do tipo material textual/livro paradidático com finalidade de estabelecer relações entre o ensino de Química/Bioquímica e as práticas cotidianas de fabricação de queijos e doce de leite no contexto do Ensino Médio. Neste sentido, para questionar a estruturação do currículo baseamos nossa reflexão em Michael Apple e, em consonância com o a Química dos processamentos dos doces de leite e queijo frescal. Uma vez que vários aspectos podem ser trabalhados como: os compostos bioquímicos, a biossíntese do leite, densidade, fermentação láctica e enzimática, influência do pH, as reações de escurecimento não enzimático, o saneamento e as técnicas de produção de queijos e doces de leite de modo artesanal, a agricultura e agropecuária familiar, como também a promoção da reflexão do aluno e professor ao valorizar elementos de seu cotidiano gerando autonomia pelo conhecimento específico de seu meio. O estudante não é culpado por não aprender. Porém se faz necessário o autoconhecimento e a busca de sua autonomia, que refletimos só ser possível através do acesso ao conhecimento, que é libertador, especialmente pela compressão da hegemonia cultural e conflitos de poder que operam na sociedade. Assim o mesmo assegurará a possibilidade de sua liberdade enquanto ser humano.

Palavras-chaves: Química/Bioquímica; Ensino de Química, temas geradores; doces de leite e queijos, Momentos Pedagógicos.

ABSTRACT

The teaching of Chemistry is already considered by several students as difficult, allied to this, is the complex capitalist society, which uses hegemonic principles to perpetuate and consolidate the subject's stagnation, especially the most vulnerable. The student, due to several factors, thinks that he cannot learn certain types of content, however more detailed analysis of the theories of learning, the formulation of this knowledge during the times and the structuring of society point to other paths. It makes us necessary to change the conventional postures of that society. The proposal by Michael Apple and Paulo Freire indicates that the conflict may bring new values against hegemonic values. For this, it is necessary to respect the individuality of the student, as well as his / her cultural knowledge that is part of the cultural capital that he / she has. Thus, this research sought to investigate the relationship between the teaching of Chemistry / Biochemistry in High School and its relation to elements of everyday life such as sweets and cheeses, being the central proposition of this work: how the Teaching of Chemistry in its Biochemistry content can be taught using generators themes? We also seek to understand if there is use of generating themes: sweets and cheeses, for the Teaching of Chemistry / Biochemistry and, thus, to verify, by means of a theoretical survey, the main forms of knowledge production, in addition to teaching Chemistry / Biochemistry. considering the difficulty of abstraction of chemical concepts. It was intended to answer these objectives through a qualitative research, based on the bibliographic nature and based on elaboration on an educational product, of the type of textual material / paradidactic book, with the objective of establishing relations between the teaching of Chemistry / Biochemistry and the everyday cheese and dulce de leche manufacturing practices in the context of high school. In this sense, to question the structuring of the curriculum, we base our reflection on Michael Apple and Paulo Freire, according to the Chemistry of the processing of fresh sweets and cheeses. How various aspects can be worked on, such as: biochemical compounds, milk biosynthesis, density, lactic and enzymatic fermentation, pH influence, non-enzymatic browning reactions, artisanal sanitation and cheese and milk production, family farming and family agropecuária, as well as promoting the reflection of students and teachers, valuing elements of their daily lives, generating autonomy through specific knowledge of their environment. The student is not to blame for not learning. However, self-knowledge and the search for autonomy are necessary, which we think is possible only through access to knowledge, which is liberating, mainly due to the compression of cultural hegemony and the conflicts of power that operate i will guarantee the possibility of your freedom as a human being.

Keywords: Chemistry / Biochemistry; Chemistry teaching, generating themes; sweets and cheeses, Pedagogical Moments.

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Principais moléculas químicas que influenciaram na História (das navegações). ...	33
Tabela 2. Propriedades dos seres vivos relacionadas diretamente à Bioquímica.....	71
Tabela 3. Principais problemas de fabricação do Queijo Minas Artesanal.....	93
Tabela 4. Ensino de Bioquímica contextualizado por meio de práticas cotidianas.....	102

LISTAS DE SIGLAS, ABREVIACOES E FORMULAS

AGL - cidos Graxos Livres

BNCC - Base Nacional Curricular Comum

CaCl₂ - Cloreto de Cálcio

DNA - cido Desoxirribonucleico

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais

HTST - High Temperature, Short Time

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IDEB - ndice de Desenvolvimento da Educao Básica

ILCT - Instituto de Laticínios Cândido Tostes

IPHAN - Instituto do Patrimnio Histórico e Artístico Nacional.

LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educao

LTH - Low Temperature Holding

MST - Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra

NaHCO₃- Bicarbonato de Sódio

OCN - Orientaes Curriculares Nacionais

PCNEM - Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

pH - Potencial Hidrogeniônico

PIB – Produto Interno Bruto

RNA - cido Ribonucleico

INTRODUÇÃO

Pesquisas como as de Chassot (1995) e Herron (1975) evidenciam que o Ensino de Química é uma atividade que exige muito do poder de abstração. Necessitando, assim, de práticas concretas para a elucidação do conhecimento. Tais práticas podem estar relacionadas à experimentação, à pesquisa, ao uso de analogias, às atividades lúdicas, as quais defendemos aqui, através de abordagens por temas geradores como o doce de leite e o queijo, pelos alunos para suas aprendizagens e intermédio do professor.

Pensando em refletir também sobre as questões materiais e estruturais, a superação de tal dificuldade estaria em uma escola com bons laboratórios de Ciências, boa estrutura física, professores bem formados e remunerados e, também, alunos de uma sociedade com uma justa distribuição de renda e investimentos em políticas para a educação pública de qualidade. Entretanto, o que ocorre, segundo Chassot (1995, p. 46), no ensino regular de Química, é a tentativa de “mostrar um ensino limpo, como se o que se ensina tivesse sido construído por mentes privilegiadas, e coubesse ao professor contar o que os mais iluminados descobriram”. Esse contexto perpetua a ideia de que, para se construir o saber, apenas pessoas com grande capacidade intelectual, seriam capazes de consolidar o conhecimento e assim a ciência.

Pesquisas atuais demonstram o desinteresse, dificuldade e o não aprendizado pelos alunos na disciplina de Química, no Ensino Médio (GOMES; MACEDO, 2007; MARCONDES, 2008; SANTOS *et al.*, 2013; CORREIA *et al.*, 2015; ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Uma das causas das dificuldades de aprendizado está relacionada ao pouco tempo de aula, aos recursos metodológicos, estruturais e também à necessidade de maior esforço intelectual de abstração, por parte dos alunos, para adquirir esse conhecimento (GOMES; MACEDO, 2007; DA SILVA, 2012; CORREIA *et al.*, 2015).

Autores, como Correia *et al.* (2015), inseridos na situação vivencial da Educação Básica, inferem que “os alunos não gostam da disciplina, pois, não a compreendem, são utilizados poucos materiais que podem enriquecer as aulas como o laboratório de química [...] pois o aluno precisa sentir que a teoria tem tudo a ver com a prática”.

Frente a essa contradição, o presente trabalho é uma investigação teórica, de cunho bibliográfico, sobre obras que analisam a relação entre o ensino de Química/Bioquímica no Ensino Médio da escola pública, e a sua conexão com os elementos do cotidiano, utilizando o doce de leite e o queijo como temas geradores. Neste sentido, a questão central da pesquisa é

entender: como o Ensino de Química em seu conteúdo de Bioquímica pode ser ensinado, usando temas geradores?

Para responder a esta questão, utilizamos como metodologia o ensaio teórico, de cunho bibliográfico, entendendo, segundo Salvador *apud* Severino (2002, p. 152-3) ser um tipo de trabalho concebido “como um estudo bem desenvolvido, formal e concludente”, bem como possibilita ao pesquisador uma “exposição lógica e reflexiva e em argumentação rigorosa, com alto nível de interpretação e julgamento pessoal”.

Nossos objetivos estão organizados em duas partes: a primeira parte, mais geral, que pretende investigar como o Ensino de Química/Bioquímica de carboidratos está sendo ensinado aos alunos dos anos finais do Ensino Médio. E a segunda parte, com três objetivos mais específicos, que buscam: a) entender o emprego de temas geradores; b) verificar no referencial teórico as principais formas em que são produzidos os conhecimentos, bem como, de ensinar Química/Bioquímica a partir do conhecimento produzido pelos tempos e em acordo com as teorias de aprendizagem, e levando em consideração a dificuldade de abstração dos conceitos Químicos; e c) pesquisar formas de abordar o tema Bioquímica de carboidratos na Educação Básica, buscando relacionar o Ensino de Ciências com o dia a dia dos alunos, como no caso o uso do doce de leite e do queijo como temas geradores.

Percebemos que estes saberes atuais da Bioquímica, estão alocados em um contexto da sociedade capitalista, que influencia os rumos tomados pelas tendências conservadoras de seus valores, inclusive no currículo. Fornecendo ideologias pertinentes aos grupos dominantes, em detrimento dos interesses da classe trabalhadora. Frente a isso, desenvolvemos algumas reflexões sobre a relação entre o processo de socialização do conhecimento científico na sociedade capitalista, com vistas a contribuir com a discussão dos temas geradores.

Nesse processo, o Ensino de Ciências é desenvolvido historicamente como uma força produtiva, para a manutenção do sistema: o capital. Este, por sua vez, modifica o ensino, de acordo com seus interesses, com o objetivo de manter dominada uma classe trabalhadora, e garantir a dominação pela classe que é dominante. O Estado entra nesses jogos de interesses, mantendo e controlando o “ensino”, e garantindo o funcionamento do sistema. Atua monopolizando o saber e os meios de produção de acordo com os interesses da classe dominante. Nessa perspectiva, percebe-se que há um ensino para ricos e outro para pobres. Kuenzer (2002) aborda essa temática, especialmente ao afirmar que o ensino, que deveria incluir, é excludente.

Assim, na sociedade capitalista, a ciência e a tecnologia são apropriadas pelas classes dominantes, no desenvolvimento da indústria e no agronegócio, por exemplo, em busca do lucro excessivo. Porém, para a agricultura familiar, práticas como a fabricação de doces, queijos, saponificados, detergentes, café caseiro, licores, farinhas, temperos e entre outros, ainda são comuns. Estes bens de consumo são produzidos em pequenos grupos familiares, sendo ainda um meio de subsistência para as populações, especialmente as mais marginalizadas. Nesse contexto, faz-se necessário refletir no Ensino de Química, posturas ou meios para se valorizar e integrar o conhecimento científico e o conhecimento prático, especialmente com tais populações, que vêm perdendo espaço para o mercado, tendo o seu patrimônio cultural esquecido ou suprimido.

Nesse aspecto é importante pensar o Ensino de Bioquímica de forma a unir a *teoria* do conhecimento e a *execução*, ou seja, a *prática* deste. Diante do conservadorismo do conhecimento e sua dualidade, no modo de produção capitalista, faz-se necessário pensarmos em um Ensino de Ciências, por meio de uma abordagem teórica e metodológica diferenciada – *dos interesses do capital* – necessária para melhorar o desempenho dos alunos.

Partindo desse pressuposto, evidencia-se que o ensino e a pesquisa devem levar em conta esses aspectos. Nesse caso, não podem ser feitos sem que haja a consciência dessa realidade geral que interfere na vivência do pesquisador e do objeto a ser estudado. Como por exemplo, é importante que o pesquisador saiba que há motivos intencionais, dos quais certos grupos são beneficiados com determinados tipos de conhecimento e outros apenas com o conhecimento para simples memorização.

No que se refere a Química, a literatura consultada evidencia que, enquanto no século XIX, ela prosperou como área do conhecimento; ao chegar no século XX, rudimentos do que chamamos hoje de Bioquímica, ganham destaque por vez. Contando com as contribuições anteriores, a exemplo, Jöns Jacob Berzelius (1779-1848), qual criou o termo “proteína” (CHASSOT, 2011, p. 189), assim como a notoriedade de James Watson e Francis Crick, com a definição espacial do DNA (*ácido desoxirribonucleico*). Assim, em (1953), se constitui como área de grande destaque para a Ciência, com a integração dos conhecimentos da Química e da Biologia: a Bioquímica – ramo da Química ou Biologia que estuda as moléculas orgânicas, formadoras dos seres vivos e suas reações vinculadas (NELSON; COX, 2014).

As indústrias deram mais um passo e se desenvolveram, pela apropriação desse conhecimento, com a aplicação de tal saber na implementação dos *fast foods*, suplementos

alimentares, produtos industrializados, agrotóxicos, fertilizantes, transgênicos, entre outros. Acarretando diversas consequências à sociedade, como é o caso da obesidade e do câncer.

A pesquisa se justifica, pois, entendemos que o conhecimento de Bioquímica é importante porque está relacionado com a constituição da vida. Uma célula, mesmo que simples, contém milhares de substâncias químicas diferentes, com finalidades diversas. Para se compreender ao menos parte desses fenômenos, são necessários os conhecimentos básicos de Bioquímica, especialmente os de proteínas e carboidratos; a exemplo, estes últimos, também chamados de glicídios (*ou açúcares*), que estudam as propriedades de tais moléculas, com inúmeras funções nos seres vivos, dentre elas, a constituição do DNA e a produção de energia.

Para o aluno compreender tais grupos da Bioquímica são fundamentais os conhecimentos dos grupos funcionais da Química. Suas propriedades físico-químicas, os fenômenos físico-químicos relacionados, e suas características vinculadas a variação do ambiente. Dentre alguns conteúdos prévios, necessários para a compreensão, podemos citar os grupos funcionais: cetonas, álcoois, aldeídos e reações vinculadas.

A Química é essencial nesse sentido, sem esse conhecimento introdutório, o ensino é ineficaz. A disciplina de Química, por sua vez, apresenta o conteúdo de Bioquímica nas escolas públicas, no terceiro ano do Ensino Médio, ou seja, nos anos finais. Mais especificamente no terceiro bimestre, época da qual este aluno faz os exames de seleção para o ingresso nas universidades. Essa relação de conteúdos não é feita pelo professor e nem de acordo com as necessidades das diferentes turmas e escolas e realidades, está assim inserido graças ao Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás e sem perspectivas de melhoria pela implementação em andamento da BNCC (Base Nacional Curricular Comum). Essa é a revisão inicial da literatura que possibilitou jogar luz sobre o trabalho.

A partir disso, defendemos o uso dos temas geradores para o Ensino de Ciências, e nesse caso o Ensino de Química/Bioquímica. Nas palavras de Tozoni-Reis (2006, p. 94) “os temas geradores são, portanto, estratégias metodológicas de um processo de conscientização da realidade opressora vivida nas sociedades desiguais; são o ponto de partida para o processo de construção da descoberta”.

Em Freire (1987) os temas geradores, abordados em seu segundo capítulo de “Pedagogia do Oprimido”, devem partir do cotidiano dos alunos e promover a libertação destes, através da reflexão e da *práxis*. Sua contribuição é importante, uma vez que o seu

“esforço consiste em responder a questões como: ‘o que ensinar?’ ‘O que significa conhecer?’” (TADEU, 2011, p. 57 – *aspas do autor*). Essas e outras práticas permitem a reflexão, que, por sua vez gera a mudança de consciência e a valorização de determinados grupos.

Em nossa perspectiva, se torna fundamental o uso dos temas geradores, uma vez que estes partem da prática e vida dos educandos, substituindo os conteúdos tradicionais, remodelando os conteúdos ao universo dos educandos, assim como afirma Tozoni-Reis (2006), bem como Delizoicov (2008) e Freire (1987).

[...] cuando los conocimientos científicos se mantengan como uno de los ejes de la estructura del programa de enseñanza, *los temas generadores son el punto de partida* de la elaboración del programa y del planeamiento (DELIZOICOV, 2008, p. 43-44 – *grifo nosso*).

Assim sendo, os temas geradores “são *objetos de conhecimento*” a ser compreendidos no processo educativo (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 189). Existe uma característica, quanto à composição curricular, estes temas geradores são estruturados em três etapas, chamadas “*momentos pedagógicos*”, a saber: “*problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento*” (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO; 2009, p. 189).

Com a teorização de Freire (1987), juntamente com as contribuições de Michael Apple (2006), perceberemos que a “educação é um ato político” (FREIRE; 1991, p. 20), “não há prática educativa indiferente a valores”, por isso está imbricada em fortes relações de poder entre a construção do currículo escolar e a manutenção do conhecimento. E para questionar que o currículo, neste sentido, não é neutro, além de fundamentarmos nosso pensamento em Michael Apple, refletiremos as mudanças sociais e a *incorrigível lógica do capital* que se buscam nas formulações de István Mészáros.

A fundamentação teórica e conceitual que orienta a pesquisa está consolidada em autores como: Harry Braverman (1987), autor de *Trabalho e Capital Monopolista*, o qual questiona a sociedade capitalista apontando a adaptação da natureza ao homem por meio de sua força, e a consolidação do capitalismo e seus principais mecanismos de ação, como a disputa por domínio e a inevitável integração entre Ciência e Capital, uma vez que beneficia a poucos indivíduos.

O apoio teórico para o conhecimento Histórico da Química e sua consolidação pelos séculos - demonstrando sua complexidade - assim tentando responder por que estes e não outros conhecimentos existem, se baseiam nos principais autores deste país, relacionados ao

ensino de História da Química com destaques à Ático Chassot (2011), com trabalho sobre “*A Ciência através dos Tempos*”, abordando a evolução desse conhecimento, os interesses da humanidade e suas principais influências nas mudanças estruturais sociais. Para uma abordagem dos primórdios da Química usamos “*Da alquimia à Química*” por Ana Maria Alfonso-Goldfarb (2001), com contribuições consideráveis para a origem da Química da antiguidade até sua origem, com Robert Boyle (1627-1691) e Lavoisier (1743-1794). A história desse período também fora complementada pela abordagem de Eric J. Hobsbawm (2016; 2018), cuja contribuição histórica possibilitou analisar a dicotomia entre História e Ciência.

Sobre o Ensino de Química, nos ancoramos em trabalhos como o de Machado e Mortimer (2007), Chassot (1995) e também de Herron (1975), que apontam as principais características do Ensino e Aprendizagem de Química. Sobre o Currículo (Escolar, suas orientações e formulação), nos respaldamos em estudos como o de Michael W. Apple (2006) que politiza a educação, trazendo uma abordagem ideológica e cultural para o currículo veiculado pela unidade escolar, refletindo o sistema social em que este currículo é composto; trazemos, também Mészáros (2007), que aponta uma educação capaz de reestruturar os fundamentos desta sociedade.

Para o estudo da Bioquímica, usamos Nelson e Cox (2014), que discute a bioquímica para o ensino superior, e também, com essa inferência, Coultate (2004) e Swaisgood (2010) no que se refere às características do leite, sendo o primeiro importante, também, na produção do conhecimento de bioquímica de carboidratos muito presentes nas reações dos doces de leite.

Para conceituar os temas geradores, fundamentais neste trabalho, partimos dos teóricos que foram base para estruturar este conhecimento, a saber: Paulo Freire (1921-1997), com sua perspectiva de educação para a libertação, em “*Pedagogia do Oprimido*” (FREIRE, 1987). E aplicado ao ensino de Ciências, Demétrio Delizoicov (2008), que faz juntamente com Angotti a transmutação da perspectiva de Freire (1987) dos temas geradores para o Ensino de Ciências, posteriormente organizado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) a adaptação da proposta dos momentos pedagógicos que utilizamos nesta pesquisa, uma vez que já temos os temas previamente estruturados: doces de leite e queijo.

No que diz respeito à produção de queijos e seus processos vinculados, utilizamos como referencial teórico Ordóñez *et al.*, (2005), cujo trabalho, dedicado à *produção e tecnologia de alimentos*, é notável e bem veiculado no meio acadêmico, e aponta o

processamento de queijos e sua caracterização, como também pesquisas brasileiras de centros referência em laticínios, como da EPAMIG ILCT - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) (Instituto de Laticínios Cândido Tostes).

Verificamos, para melhor caracterizar este ensino de bioquímica, os documentos oficiais e não oficiais (MST) vigentes e atuais que tange a legislação para o Ensino de Química no Ensino Médio. Focalizando o conteúdo de bioquímica, para analisar a possível relação entre o conhecimento curricular e, o uso de temas do cotidiano para o ensino. Por fim, para a temática do doce de leite, utilizamos os trabalhos de Perrone (2007), Bobbio e Bobbio (2001), Araújo (2011) e em Coultate (2004), os quais também refletem sobre as reações dos açúcares, imprescindíveis para compreender a bioquímica presente nos produtos lácteos que sofrem aquecimento.

Assim, com esse referencial teórico, organizamos esta dissertação em três capítulos. No primeiro evidencia-se as relações entre o homem e a sociedade na qual se insere a ciência. Tencionando verificar se esta Sociedade, na qual ocorre esta pesquisa, contribui ou não para o conhecimento em Bioquímica, por parte dos alunos dos anos finais do Ensino Médio. O capítulo perpassa pela caracterização do homem que transforma a natureza e produz conhecimento. Assim sendo, propomos também abordar os percursos dos quais este saber se consolida como uma Ciência: a Química, que está diante de um contexto histórico e sendo influenciada pelos interesses de suas épocas, bem como, a transmissão desse conhecimento, que se modifica drasticamente com a sociedade capitalista.

Em seguida, faz-se uma explanação capaz de compreender a Química como disciplina, com o apontamento, a história da construção do conhecimento químico durante os tempos e sua relação com os meios de produção. Finalizando o capítulo refletimos sobre o Ensino de Química, como ele é concebido pelo aluno e suas principais características.

No segundo capítulo, buscamos em Michael Apple e sua perspectiva para analisar o processo de formulação do currículo, para gerar a autonomia e emancipação do aluno e professor. Assim se desenvolve um estudo no Ensino de Química, segundo os documentos oficiais, a saber: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) n.9.394/96, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) as Orientações Curriculares Nacionais (OCNs), e atualmente em discussão; a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), e por fim, o Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás no que diz respeito ao Ensino de Química e conteúdo de Bioquímica, inseridos sem a possibilidade de escolha pelo professor em sala.

No terceiro capítulo, sugerimos o leite, queijos e doce de leite como temas geradores para o Ensino de Bioquímica, aliado às práticas e vivências dos alunos. Conceituamos o uso de temas geradores e sua relação com a metodologia proposta por Paulo Freire (1921-1997), Delizoicov (2008) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) com sua abordagem para o Ensino de Ciências. Assim, fizemos o levantamento da bioquímica do leite, na fabricação de queijos e do doce de leite, juntamente com as características mais importantes, e principais defeitos encontrados na indústria, e nas fabricações artesanais.

A partir desses estudos e procedimentos, elaboramos um produto educacional, do tipo material textual/livro paradidático, com finalidade de estabelecer relações entre o Ensino de Química/Bioquímica e as práticas cotidianas de fabricação de queijos e doce de leite, no contexto do Ensino Médio (Apêndice). Sendo este produto educacional dividido em três capítulos: O primeiro privilegiando a abordagem do leite em suas características e composição, como tema gerador, e práticas experimentais e lúdicas entorno dos processos, que ocorrem tanto na fabricação do doce, quanto do queijo.

No segundo capítulo é proposto o tema gerador queijo e seu processamento, para a integração entre fenômenos, como a exemplo: fermentação enzimática e fermentação láctica para o ensino de bioquímica e suas moléculas. E por fim, no terceiro e último capítulo, é contextualizado o ensino de bioquímica pelo fabrico artesanal do doce de leite; como o exemplo, a importância das reações de Maillard. Em ambos os casos, no produto educacional, procuramos privilegiar, com registros fotográficos, o processo artesanal dos moradores de Inhumas-GO, neste fabrico.

Nas considerações finais, a pesquisa revela ser possível o uso do doce de leite e queijo como temas geradores. Percebemos que, através dos documentos analisados para o Ensino de Química, mesmo com as tentativas de introduzirem eixos temáticos e conteúdos com aptidão para a interdisciplinaridade, é possível a aplicação dos processamentos dos queijos e dos doces de leite, como temas geradores para o Ensino de Química em seu conteúdo de Bioquímica.

Com base no levantamento teórico, podemos afirmar que eles facilitam a integração entre o conhecimento científico e o cotidiano do aluno, dando significado a estruturação cognitiva de seu saber, da criatividade, simbolismos, integração com conceitos concretos e abstratos. Pensamos a partir disso uma necessária mudança conceitual em relação ao modo que os conteúdos são estruturados no currículo, para melhor facilitar a aprendizagem desse aluno.

Por meio dessas considerações, elucidamos a temática do processo de produção do queijo e suas possíveis contribuições, como tema do cotidiano, para o Ensino de Bioquímica. Vastas foram as possibilidades, desde o estudo simplificado da bioflora láctica, práticas de boas produções, das quais ainda carecemos de mais pesquisas, pois são desconhecidas por parte dos produtores de queijos.

Também, as práticas da fabricação do doce de leite, tão tradicional no Brasil e, sua possível contextualização entre os conhecimentos de bioquímica e o conhecimento do cotidiano dos alunos. Com esta estrutura, procuramos favorecer uma relação entre os estudos teóricos e práticos dessa disciplina, levantados e apontados durante todo este trabalho, visando contribuir com a melhoria do ensino para os alunos do terceiro ano do Ensino Médio.

Focalizamos nos principais elementos dos conteúdos de Bioquímica, com objetivos de propor um Ensino de Química/Bioquímica com maior autonomia e imaginação, na relação de seus estudos com as lutas do povo de sua região, pensando em garantir a defesa de uma escola pública de qualidade e que, para além de sua formação profissional, possibilite interrogar a realidade das desigualdades sociais, econômicas, culturais e de classes em que vivem.

CAPÍTULO I

1. Ciência Sociedade e Ensino de Química

“Hugo Grotius usou a expressão alienação para designar a transferência para outra pessoa da autoridade soberana do homem sobre si mesmo” (BOTTOMORE, 1988, p.19).

O objetivo deste capítulo é apresentar algumas reflexões sobre a relação entre o conhecimento científico, especificamente o de Química, com vistas a contribuir com a discussão sobre a construção de uma prática para o conteúdo de Bioquímica dos alunos do terceiro ano da Rede de Educação Básica, a fim de compreender a sociedade (capitalista) na qual se inserem os temas geradores: doces de leite e o queijo, que iremos detalhar no último capítulo.

Para isso, esse capítulo perpassa pela caracterização do homem que transforma a natureza e produz conhecimento. Assim sendo, propomos também citar os percursos pelos quais este saber se consolida como uma Ciência: a Química. A qual está diante de um contexto histórico, sendo influenciada pelos interesses de suas épocas, bem como pela transmissão desse conhecimento que se modifica drasticamente com a sociedade capitalista.

Estruturamos também que este conhecimento consolidado é complexo e com suas diversas particularidades, entre elas a linguagem própria. Propomos assim, refletir, ao final desse capítulo, sobre o que a literatura trata a respeito do Ensino de Química e Bioquímica aos alunos da Educação Básica. Estudando estes fatores, tencionamos lançar luzes ao problema de como, em meio a essa sociedade capitalista, historicamente construída e que se apropria da Ciência em benefício do capital, se pode pensar no emprego da temática do doce de leite e do queijo, diante da disciplina de Química, para os estudantes do Ensino Médio da Educação Básica, em seu conteúdo de Bioquímica, cujas discussões são norteadoras de todo esse trabalho de pesquisa.

1.1 Homem e Natureza

O ponto de partida desse estudo é que embora na Química, todos os seus elementos sejam vindos da natureza, a organização, classificação e produção desses elementos é uma atividade exclusivamente do trabalho humano. Entendemos que para o homem sobreviver na natureza foi necessário construir seus próprios instrumentos. Ao fazer isso, ele se distancia da natureza em seus aspectos físicos e se diferenciou drasticamente dos outros seres vivos, que é a própria natureza.

Todas as formas de vida mantêm-se em seu meio ambiente natural; assim é que todos desempenham atividades com o propósito de apoderar-se de produtos naturais em seu próprio proveito. Os vegetais absorvem umidade, minerais e luz do sol; os animais alimentam-se de vida vegetal ou da rapina (BRAVERMAN, 1987, p. 49).

Ao contrário dos outros seres vivos, o homem não se confunde com a natureza. Para sua sobrevivência foi necessário inventar, criar ferramentas para atender suas necessidades. Essa forma de criar ferramentas - para transformar a natureza - é o que os estudiosos chamam de trabalho. O trabalho é uma atividade que altera o estado natural desses materiais para melhorar sua utilidade.

[...] O trabalho humano é consciente e proposital, ao passo que o trabalho de outros animais é instintivo. [...] no trabalho humano o mecanismo regulador é o *poder do pensamento conceptual*, que tem origem em todo um excepcional sistema nervoso central (BRAVERMAN, 1987, p. 51. *Grifos do autor*).

Assim, o homem com sua capacidade de trabalho transforma a natureza de forma consciente para suprir suas necessidades. Neste caso, o trabalho é uma atividade humana educativa, pois ao mudar a natureza, por meio do trabalho, o homem modifica-se a si mesmo. “O trabalho que ultrapassa a mera atividade instintiva é assim a força que criou a espécie humana e a força pela qual a humanidade criou o mundo como o conhecemos” (BRAVERMAN, 1987, p. 53). Numa dimensão Química, a transformação da natureza pelo homem, na forma de trabalho, ocorre pela ação de um fenômeno químico ou físico provocado que altera seu meio, favorecendo a produção de novas substâncias.

Desse modo, Braverman (1987) faz uma crítica à sociedade, da qual os padrões de trabalho, anteriormente instintivos, foram suprimidos pelas formas sociais. Sendo assim, no trabalho, uma compreensão pode ser idealizada por um indivíduo e ser concretizada por outro. Essa capacidade de concretizar o trabalho foi, segundo o autor em tela, conceituada por Marx como: “*força de trabalho*”. Assim, a *força de trabalho* humana, necessária para enfrentar a natureza, seja por meio do exercício ou construção de ferramentas e máquinas constitui uma união entre a concepção e a execução, não podendo ser separada de seu criador.

No entanto, na sociedade capitalista, com o advento da industrialização e a urbanização, o trabalho assume novas formas de relação, incluindo aqui, a mercadoria e o dinheiro. Essa mudança caracteriza em três pontos importantes a nova ordem social, que nada mais é que, a compra e venda de trabalho dividindo assim a concepção e a execução. Estes pontos serão vistos a seguir.

Em primeiro lugar, os trabalhadores são separados dos meios com os quais a produção é realizada e só podem ter acesso a eles vendendo sua força de trabalho a outros.

Em segundo, os trabalhadores estão livres de restrições legais, tais como servidão ou escravidão, que os impeçam de dispor de sua força de trabalho. Em terceiro, o propósito do emprego do trabalhador torna-se a expansão de uma unidade de capital pertencente ao empregador, que está assim atuando como um capitalista. O processo de trabalho começa, portanto, com um contrato ou acordo que estabelece as condições da venda da força de trabalho pelo trabalhador e sua compra pelo empregador (BRAVERMAN, 1987).

Diante dos três pontos citados, podemos entender que, na sociedade capitalista, o processo de trabalho é dominado pelos meios sociais de relações antagônicas, em que o capitalista quer obter a plena utilidade da força de trabalho, cujo propósito é a obtenção de lucro. Assim, o controle sobre o processo de trabalho passa das mãos do trabalhador para as do capitalista, que segundo Braverman (1987), apresentou na história como a alienação¹

¹Alienação: Processo histórico-social no qual o produto do trabalho humano torna-se independente, se autonomiza, escapando ao controle racional e virando-se contra seu criador. Apesar de, etimologicamente, —alienação possuir uma origem psicológica, Marx utilizou o termo também no seu aspecto econômico, ao se referir à alienação no trabalho e suas consequências no cotidiano das pessoas. Marx também observou a alienação da sociedade burguesa – o fetichismo [...]. Hegel define —alienação como —o outro distinto de si mesmo. Em Hegel, seu conteúdo não é negativo. Em Marx, sim. Expressa o estranhamento, a separação e a fragmentação do ser humano. Algo está alienado quando já não mais nos pertence. (KOHAN, 2014, p. 1)

O conceito de alienação, considerado hoje como um dos conceitos centrais do marxismo e amplamente usado tanto por marxistas como não marxistas, só entrou para os dicionários de filosofia na segunda metade do século XX. Antes, porém, era considerado como um importante termo filosófico e foi muito usado mesmo fora da filosofia: na vida cotidiana, no sentido de afastamento de antigos amigos ou companheiros; na teoria econômica e no direito, como termo para designar a transferência da propriedade de uma pessoa para outra (compra e venda, roubo, doação); na medicina e na psiquiatria, como nome para o desvio da normalidade, a insanidade. E antes de se ter desenvolvido como um “conceito” metafilosófico (revolucionário) com Marx, foi usado como conceito filosófico por HEGEL e por FEUERBACH. Em seus comentários sobre a alienação, Hegel teve, por sua vez, vários predecessores, alguns dos quais usaram a palavra sem se aproximarem de seu significado hegeliano (ou marxista); outros foram precursores da ideia sem usar a expressão, e, em alguns casos, houve até mesmo uma espécie de encontro entre a ideia e o termo que a indica. A doutrina cristã do pecado original e da redenção tem sido considerada por muitos autores como uma das primeiras versões da história da alienação e da desalienação do homem. Alguns deles insistiram em que o conceito de alienação teve sua primeira expressão no pensamento ocidental no conceito de idolatria do Velho Testamento. A relação entre os seres humanos e o Logos, em Heráclito, também pode ser analisada em termos de alienação. E alguns comentaristas sustentaram que a origem da concepção que Hegel tinha da natureza como forma autoalienada do Espírito Absoluto pode ser encontrada na interpretação de Platão do mundo natural como uma imagem imperfeita do nobre mundo das Ideias. Na época moderna, a terminologia e a problemática da alienação encontram-se especialmente nos teóricos do Contrato Social. Assim, Hugo Grotius usou a expressão alienação para designar a transferência para outra pessoa da autoridade soberana do homem sobre si mesmo. Mas, a despeito do uso da expressão (como em Grotius) ou não (como em Hobbes e Locke), a própria ideia do Contrato Social pode ser vista como uma tentativa de fazer progressos no sentido da desalienação (conseguir maior liberdade, ou pelo menos maior segurança), por meio de uma alienação parcial deliberada. Essa lista de precursores poderia ser facilmente ampliada. Mas provavelmente não há nenhum pensador antes de Hegel que possa ser lido e compreendido em termos da alienação e desalienação melhor do que Rousseau. Para mencionarmos apenas dois entre os aspectos mais relevantes, a oposição estabelecida por Rousseau entre o homem natural (*l’homme de lanature, l’hommenaturel, lesauvage*) e o homem social (*l’homme policé, l’homme civil, l’homme social*) poderia ser comparada com a oposição entre o homem não alienado e o homem autoalienado, e o projeto rousseauiano de superação da contradição entre a *volontégénérale* e a *volontéparticulière* pode ser considerado como um programa para a abolição da alienação. Mas apesar de todos os precursores, e de Rousseau inclusive, a verdadeira história filosófica da alienação começa com Hegel. (BOTTOMORE, 1988, p. 19)

progressiva dos meios de produção do trabalhador. Assim, o trabalho constitui uma categoria de suma importância para a transformação da natureza e a manutenção e conservação do próprio sistema.

Em relação aos conhecimentos científicos, na sociedade capitalista, esses podem ser considerados a propriedade social mais importante depois do trabalho, pois se converteram em um auxiliar do capital (BRAVERMAN, 1987) como veremos a seguir.

1.2 Ciência e Sociedade: como a Ciência se converteu em auxílio do capital?

A sociedade capitalista, para chegar ao aspecto que se tornou, precisou apropriar-se do conhecimento presente nas diversas esferas da sociedade. Desse modo, ao conceber os modos de produção em uma vertente técnica, Braverman (1987, p. 137), aponta que toda a produção se baseia nas “propriedades físicas, químicas e biológicas de materiais e dos processos” que se fundamentam nelas. Nesse sentido, é interessante afirmar que a Química, como área do saber, se situa e caracteriza justamente pelo estudo desses dois fatores – *propriedades* e *processos* – para sua definição enquanto disciplina (MACHADO, MORTIMER, 2007).

Trazendo um pouco para a reflexão do nosso objeto de pesquisa, quando o Norte Americano faz uso dos termos: “*propriedades*” e “*processos* que se baseiam” aponta diretamente aos processos, fenômenos, mudanças e propriedades químicas e físicas da matéria. Estes são fundamentos básicos sem os quais esses modos de produção não seriam concebidos. A todo o momento nesse sentido é possível imaginar a Química presente na relação homem e natureza.

No feudalismo, embora a compreensão do saber fosse diferente, pois articulavam mais a *concepção* e *execução*, os ofícios eram comuns. Ou seja, a produção das mercadorias era concebida em sua *totalidade*. Assim, o homem ainda não era alienado de seu trabalho. Desse modo, o ofício de ferreiro, a exemplo, apresentava e necessitava de técnicas próprias para sua existência: a fusão do metal, o uso da força mecânica, a adição do gás oxigênio ao forno, na forma de ar, para facilitar a combustão, o uso da água, para esfriar o metal superaquecido e o uso de choque térmico, para poder moldá-lo ao interesse do ferreiro; eram técnicas conhecidas desde a antiguidade (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). Entretanto, esse conhecimento passava de geração para geração na forma da especialidade do ofício. Com o

passar dos tempos, essa especialidade adquire concepção científica, pois os conhecimentos das leis naturais aumentam, suprimindo as tradições fixas do ofício e aumentando o conhecimento fragmentário (BRAVERMAN, 1987).

Com o surgimento da indústria moderna, escreveu Marx, as “formas diversas, aparentemente desconexas e petrificadas dos processos industriais agora dissolvem-se em tantas outras aplicações conscientes e sistemáticas da ciência natural para a consecução de feitos proveitosos” (BRAVERMAN, 1987, p. 137 – aspas do autor).

Nesse sentido, a Ciência se consolida depois do trabalho como sendo “a mais importante propriedade social a se converter num auxiliar do capital” (BRAVERMAN, 1987, p. 138). Desse modo, as firmas capitalistas e organizações anexas apropriam de seu saber que é amplamente financiado.

A princípio a Ciência nada custa ao capitalista, visto que ele tão-somente explora o conhecimento acumulado nas ciências físicas, mas depois o capitalista organiza sistematicamente e ornamenta a Ciência, custeando a educação científica, a pesquisa científica, os laboratórios etc. com o imenso excedente do produto social que ou pertence diretamente a ele ou que o capitalista dispõe como um domínio total na forma de rendas ou tributos. Um esforço social antigamente relativamente livre é integrado na produção e no mercado (BRAVERMAN, 1987, p. 138).

A Ciência, assim, contribui de forma muito significativa para a consolidação da Revolução Industrial. Nas palavras de Hobsbawm (2018, p. 27) o mundo de 1780 era “ao mesmo tempo menor e muito maior que o nosso”, indicando que o mundo conhecido pelos homens era pequeno; entretanto, para a grande parte da população, era muito grande pela dificuldade e desconhecimento de acesso a outros lugares. A Ciência será de grande importância para o desenvolvimento deste mundo.

A máquina a vapor se consolidou e aperfeiçoou pela técnica dos mecânicos que trabalhavam constantemente e somente *a posteriori*, se fora estudado a questão das propriedades do calor (BRAVERMAN, 1987). Aponta assim que, primeiro, de acordo com a necessidade se desenvolveu a parte técnica; e, posteriormente, se estudou suas possibilidades e outros tipos de motores sofisticados, que programaram plenamente a primeira Revolução Industrial. Logo, pouquíssimas profissões vinculadas a Ciência² existiam antes da Segunda metade do século XIX.

²A *ciência* é, dentre todos os tipos de teoria, a que mais se aproxima da realidade e a mais capaz de retratá-la. A filosofia é uma forma de teoria que submete até mesmo as suas percepções mais penetrantes a uma deformação sistemática. Isso porque a filosofia se constitui precisamente na busca de legitimação de todas as (outras) ideias no interior das próprias ideias e, portanto, de ideias que formariam a base a priori e eternamente válida do pensamento em geral. É essa busca que leva a filosofia a oscilar entre o dogmatismo a priori e o ceticismo completo. A ciência não pode e não precisa ser legitimada pela filosofia, pois a ciência não tem fundamentos na própria teoria. Na verdade, toda teoria tem seu fundamento na realidade material, mas a ciência é a única forma de teoria que reconhece isso e, portanto, a única forma capaz de representar adequadamente a realidade. Devido

Braverman (1987) e Chassot (2011) apontam quatro campos fundamentais para o desenvolvimento científico como o conhecemos hoje: o domínio da eletricidade; do aço; a extração do petróleo e o motor a explosão. Todos eles estão diretamente relacionados ao estudo da Química e seu avanço como área do saber.

A indústria moderna surgirá por diversos fatores, entre eles, a melhoria no processamento de matéria-prima. O que seria impossível sem o desenvolvimento da Ciência. No caso do ferro, emergirá a possibilidade de um forno próprio, que é grande e capaz de produzir ligas metálicas melhores que os metais utilizados anteriormente, por serem maleáveis, duráveis, elásticas, com boa resistência e condutividade térmica, como no caso, o aço. O processo do britânico Henry Bessemer (1813-1898), a exemplo, surge no século XIX, e é capaz de produzir aço em larga escala e a preço baixo (CHASSOT, 2011). Sem dúvida, para prover um forno como o de Bessemer, haverá a necessidade de grande conhecimento acumulado; entretanto, este estará bem fragmentado e disperso, e é quase impossível a sua *concepção em totalidade*.

Em paralelo ao desenvolvimento da indústria, há um aumento crescente do comércio e ascensão da burguesia. A Química começa a fornecer, em nível considerável, grande número de produtos que farão um novo tipo de mercado florescer. Alguns químicos da época se apropriaram desse conhecimento, tornando-o utilitarista e lucrativo, promovendo o desenvolvimento daquela época e de seus lugares, com destaque à região francesa, de onde emergirão grandes homens para a Ciência (CHASSOT, 2011; HOBBSAWM, 2018). Tem-se Lavoisier, Proust, Bertholet, Escola de Liebig (1803-1873), com seu legado para a Química laboratorial (CHASSOT, 2011). Este último, Justus Von Liebig (1803-1873), que unirá o conhecimento da Química à possibilidade lucrativa, para trazer uma série de produtos ao mercado, tais como vidros, suplementos e tônicos. Na Alemanha, esse cientista é responsável pela fundação do primeiro laboratório para treinamentos das técnicas de Química, devido à grande demanda do período, sendo muito útil para investigação científica (CHASSOT, 2011).

Nas palavras de Hobsbawm (2016, p. 45), “quem fala da revolução industrial fala do algodão”. No mesmo pensamento, mas em um contexto químico, Le Couteur e Burreson (2006) abordam que a Química, por trás da Revolução Industrial é a da molécula de celulose,

a seu fundamento material, outras formas de teoria, como a filosofia, conseguem conhecer algo dessa realidade material, mas de forma misticada. Ao substituir a filosofia, a ciência se apropria dos conteúdos de suas percepções, mas os converte à sua própria forma, mais adequada. (BOTTOMORE, 1988, p.248-249 – *Grifo nosso*)

um carboidrato – presente no algodão – sendo que, com o algodão desenvolveram, em diversas cidades inglesas e norte americanas, a implantação de fábricas neste período, com a finalidade da produção de tecidos. Para esses autores, o capital produzido pela celulose fora a base para a transição ocorrida no período: da produção artesanal, para a produção industrial e em larga escala.

Entretanto, para Braverman (1987), o marco para a junção entre saber científico e capitalismo foi com Henry Perkin (1838-1907)³, que extraiu os primeiros corantes sintéticos da anilina que puderam tingir tecidos e manter sua coloração contra a lavagem, a luz solar e o tempo.

A Inglaterra foi, de fato, o maior país têxtil e acieiro do mundo, mas os industriais ingleses ficaram surdos a Perkin. Eles importavam corantes de todas as partes: anil do Extremo Oriente, vermelho de alizarino da raiz de garança, escarlates de soluções de cochonilha e zinco. A Alemanha por outro lado, tinha carvão, mas, tendo entrado tarde na corrida pelas colônias, não teve acesso aos corantes de tecidos do mundo. Perkin voltou-se aos capitalistas alemães, e, ao fazer isso, contribuiu para lançar a base para a duradoura supremacia das indústrias químicas. Na virada do século as seis maiores indústrias químicas alemãs empregavam mais de 650 químicos e engenheiros, enquanto toda a indústria do alcatrão na Inglaterra tinha não mais que trinta ou quarenta (BRAVERMAN, 1987, p. 142).

Nesse aspecto, percebe-se que as propriedades físico-químicas de uma única molécula possibilitaram o surgimento de novas fontes de produção de bens de consumo. A partir de Perkin, os industriais se apropriam do saber químico, produzindo novas tecnologias, que, por sua vez, transformaram a forma de pensar, agir e o desenvolvimento da sociedade. Um exemplo *a posteriori*: o sintético *nylon*, substituinte da seda, uma vez que essa, é um polímero natural obtido a partir da teia da mariposa *Bombyx mori*, e de difícil produção. Fato que revolucionou a produção de tecidos, sendo usado nas guerras como paraquedas.

Foi a partir dessas descobertas que aumentaram as pesquisas em laboratórios das empresas e universidades públicas. A ciência passou a ser a base para toda descoberta e produção industrial.

Juntamente com esses laboratórios de pesquisa veio o aumento da instrução científica e de engenharia nos novos ou ampliados departamentos universitários de ciências físicas, mediante publicações doutas e sociedades, e nas instalações das associações financeiras, assim como com o papel crescente do governo na pesquisa (BRAVERMAN, 1987, p. 144).

³ - Willian Henry Perkin – químico discípulo de August Wilhelm von Hofmann formado na escola de Liebig, estudou a fundo a química do alcatrão oriundo do carvão. Na idade de 18 anos Perkin descobriu a anilina advinda de processos do alcatrão, que era o primeiro corante sintético que tingia tecidos, estável e não se degradava com a luz.

Essas mudanças, oriundas da revolução científica, impulsionaram a indústria capitalista por meio das descobertas científicas e tecnológicas. Essa nova postura científica era bem direcionada e proposital. Assim, diferente da Revolução Industrial, que conforme Braverman pode ser caracterizada “por um punhado de inovações básicas”, a revolução técnico-científica do final do século XIX, tornou-se mais atento às necessidades do capital. A inovação-chave não deve ser encontrada na Química, na Eletrônica, na maquinaria automática, na aeronáutica, na Física Nuclear, ou em qualquer dos produtos dessas tecnologias científicas, mas antes na transformação da própria Ciência em Capital (BRAVERMAN, 1987).

1.3 O Conhecimento de Química: um saber em transformação

Como vimos, o ser humano, desde que se constituiu homem, se diferiu dos demais seres vivos pela capacidade de realizar trabalho, e atualmente recebendo auxílio da Ciência (Conceitual). Animais como abelhas, tecelões, térmitas são instintivos. Tecelões não conseguem experimentalmente modificar a realidade em condições onde suas matérias-primas são extraídas, impossibilitando a confecção de seus ninhos, sendo assim incapazes de utilizar outras matérias-primas diferentes das habitualmente utilizadas, um exemplo, são os estudos em cativeiro. Conferindo assim força a ideia do trabalho instintivo aos animais (BRAVERMAN, 1987).

Nessa mesma perspectiva dos animais, afirma Braverman (1987), que não são totalmente destituídos da capacidade de aprender, e até resolver problemas simples. A diferença entre o animal humano e o não-humano não seria em espécie, mas sim em grau, não sendo possível estimular nesses últimos a competência de manipular a representação simbólica, como também as das linguagens articuladas. O homem é capaz de aprender e formular conhecimentos pela sua capacidade de pensar, caso da formulação do conhecimento Químico.

A Química, nesse aspecto desde os primórdios do surgimento da humanidade, desempenhou função essencial para a sobrevivência humana, consolidando sua capacidade de realizar trabalho. Talvez, para o uso da Química, a ideia mais antiga estaria em dizer que o homem utilizou de um graveto com propriedades específicas (dureza e comprimento) para apanhar algum fruto a seu consumo (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; CHASSOT, 2011).

A História diz que não demorou muito, e ele descobriu o fogo, começou a manipulá-lo; a fazer suas próprias armas para caçar e defender-se. Também a separar as sementes de

plantas comestíveis e semeá-las; domesticar animais e se tornar sedentário. Nesse contexto, é nítido que a Química também faz sua história, com a combustão, a separação de materiais úteis, lapidação dos metais e a cocção dos alimentos.

Contudo, para esse conhecimento se desenvolver, fora preciso engatinhar a passos lentos. Alfonso-Goldfarb (2001, p. 44) aponta em sua “*Genealogia e gênese alquímica*” que aproximadamente 4.200 a. C. houve o desenvolvimento da metalurgia, aspecto que modificou e consolidou eras, com um misticismo “vitalista”, do qual o mineiro tratava o minério como um “embrião” no ventre da *mãe terra*. Essa autora cita que provavelmente o primeiro metal extraído em larga escala foi o cobre, originado da *malaquita*, e explorado principalmente na região do Irã, processo que mudaria o mapa do mediterrâneo, uma vez que os Impérios dependiam de armas para se manterem.

No Egito (3.000 a. C.) práticas de tingimento de panos e vasos, desenvolvimento de cosméticos, exploração de recursos auríferos, já eram conhecidas. Em 500 a. C., já se havia técnicas de falsificação de metais e desenvolvimento de métodos para averiguar falsificação, como a “*copelação*”⁴, ambas são desenvolvidas nesse período pela Química (ALFONSO-GOLDFARB, 2001), não sendo difícil perceber os interesses e os lucros envolvidos dessas atividades.

Logo, traçando um paralelo com o feudalismo, surgiu a alquimia (séc. III a. C a XVI d. C.) discreta e oculta. Os alquimistas difundiram essa prática, embora sua visão de mundo não fosse tão esclarecida. Tal evento transcorreu, consolidando-a na busca pela/o: a) “pedra filosofal” para transmutar qualquer dos metais menos nobres em ouro; b) “panaceia”, remédios que curassem todos os males; e c) “elixir da longa vida”, capaz de gerar a imortalidade (ALFONSO-GOLDFARB, 2001; JESUS, 2013). Estes mesmos autores afirmam que a alquimia apesar de todo seu misticismo, com variações diversas, abrangendo desde a China, Índia, Pérsia, Grécia e Egito, possibilitou também inúmeras descobertas: desde a obtenção de metais pela extração de minérios; e de novos compostos como o azoto (gás nitrogênio); o etanol; alguns ácidos, como o sulfúrico e o clorídrico; sem esquecer-se de técnicas e equipamentos laboratoriais como o “*banho maria*”, originado por Maria, a Judia; e o alambique pelos árabes (ALFONSO-GOLDFARB, 2001). A alquimia apesar de todo o

⁴Copelação – Método para determinar a presença ou não de ouro em uma liga metálica. Nas palavras da autora: “uso de um vaso chamado cupel em que através de aquecimento e oxidação era permitida a passagem por seus poros de todos os outros metais cujo ponto de fusão e ebulição fossem inferiores ao ouro” (ALFONSO-GOLDFARB, 2001, p. 69)

misticismo envolto é importante no sentido de dar base a estruturação de uma nova Ciência: a Química.

Nessa transição e quebra de paradigmas, o pensamento Cristão foi essencial para o desenvolvimento da ciência ocidental, especialmente a Química. As ideias animistas perduraram por muito tempo, e foram obstáculos, inclusive para os gregos, estes dos quais colocavam vida, através do pensamento de Aristóteles, à matéria. A Química, com o pensamento grego, estava comprometida e impossibilitada de surgir empiricamente. “*A natureza teve que ser desanimada*”, para que a Ciência pudesse nascer” (STANLEY JAKI, 1986 *apud* WOODS JR, 2008, p. 89 – aspas do autor). Nesse sentido, o Pensamento Cristão ocidental deu base fundamental para a formulação da ideia de matéria (JAKI 1986, WOODS-JR, 2008).

Escreve Dales: “Durante o século XII, na Europa latina, os aspectos do pensamento Judeu-cristão que enfatizavam a ideia de criação a partir do nada e a distância entre Deus e o mundo tiveram efeito de eliminar [...] todos os entes semidivinos do reino da natureza” (DALES, 1978 *apud* WOODS-JR, 2008, p.89).

A insurgência de novos conhecimentos, especialmente no início das navegações, proporcionou interrogar mais ainda a realidade existente. Especialmente pela troca de culturas entre os povos “conquistadores” e conquistados, caracterizando o colonialismo⁵. Para a Química, a Era das navegações possibilitou a abertura de novos conhecimentos e também o desenvolvimento da sociedade. Nesse período muitas moléculas mudaram, reestruturaram e desenvolveram a história da humanidade, tanto economicamente, como socialmente (Tabela 1).

Assim, a sociedade, como se conhece, se consolida como a apropriação do saber químico. No Brasil, a *brasilina* molécula do pau-brasil, fora importante no início da colonização portuguesa no país, uma vez que as características dessa molécula promoveram a pigmentação avermelhada, como é conhecida, para o tingimento de tecidos (FARIAS; DAS NEVES; SILVA, 2010). Partindo do pressuposto de Hobsbawm (2018) de que o comércio se desenvolveu muito com os produtos coloniais. Assim, pode se pressupor, deram base a nova classe social que se estruturava, especialmente na *Era das Revoluções*: a burguesia.

Tabela 1. Principais moléculas químicas que influenciaram na História (das navegações).

⁵*Colonialismo*: Fase histórica de expansão mundial do capital mercantil, em que as grandes metrópoles conquistam territórios a que denominam colônias. Na fase do imperialismo, o neocolonialismo mantém esse domínio, aceitando apenas a independência formal das colônias. (KOHAM; 2014, p.2)

Molécula	Produto de origem	Influência socioeconômica e histórica
1. Piperina	Pimenta do reino	Resultou nas grandes navegações. Pelo comércio de especiarias, especialmente a pimenta do reino, os navegantes cruzaram os mares envolvendo-se em guerras, dominação de povos e impulsionando o mercado da época.
2. Capsaicina	Pimenta Chile	Desde a apropriação do novo condimento por Colombo e os demais “conquistadores” no Haiti, durou apenas 50 anos para o <i>chile</i> percorrer o mundo e se instaurar como tempero picante, sendo incorporado por comunidades locais e gerando fonte de renda, na África, no Leste e Sul Asiático.
3. Eugenol	Cravo-da-índia	O principal componente do óleo do cravo-da-índia promoveu diversas disputas entre europeus para a conquista e posse das pequenas ilhas Ternate e Tidore, ao norte das Molucas, único lugar no mundo que crescia a <i>Eugenia aromatica</i> .
4. Isoeugenol	Noz-moscada	Também presente apenas na Indonésia, “ilhas das Especiarias”, ou Molucas; provocou guerras entre povos locais, portugueses, holandeses e ingleses. Os holandeses para obter o monopólio dessa especiaria, cedeu em um acordo a Ilha de Manhattan aos Ingleses em 1667 pelo Tratado de Breda.
5. Glicose/Sacarose	Cana-de-açúcar	Molécula adoçante, responsável por disputas entre holandeses (flamengos) e portugueses no Brasil. A cidade de Pernambuco foi memorial desses conflitos em torno do monopólio do açúcar. Após a expulsão dos Holandeses, estes se instalaram nas Antilhas e continuaram a produzir açúcar. O fato triste e sombrio fora a escravatura em torno desse bem de consumo.
6. Ácido Ascórbico	Frutas cítricas	A ausência da vitamina C provocou a morte de inúmeros tripulantes na época das grandes navegações pelo escorbuto, dentre eles escravos transportados nos porões dos navios. James Cook resolve o problema mudando rigorosamente a alimentação de seus tripulantes.

Fonte: (Le COUTEUR; BURRESON, 2006)

Como visto, a Química e suas propriedades eram utilizadas, porém ainda não havia conhecimento científico sobre ela. Muitos dos acertos dessas épocas, como o de James Cook, foram adquiridos sem muito estudo sistemático, boa parte das vezes, apenas com observações e relatos de pessoas diretamente envolvidas no processo. No caso dos outros tripulantes, mesmo assim com grandes perdas (erros), segundo o relato do autor, de 30 a 50% apenas para o escorbuto. Em boa parte, o que se observa nas ciências, é que primeiro o conhecimento está

a ser estudado. Ele já existe por si mesmo, e em seguida, alguém com espírito científico o “compreende” com sua visão de época.

Nesse sentido, observando os interesses envolvidos, a Química, como disciplina, se consolida historicamente, para alguns, com a publicação em 1789 – mesmo ano da queda da Bastilha – do *Traité élémentaire de chimie (Tratado Elementar da Química)* por Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), o qual põe fim na teoria do *flogisto*⁶ e consolida novos elementos, retirando o *status* da água como elemento químico, este último muito difundido na era alquímica.

Entretanto, Chassot (2011, p. 53) afirma que não se pode condicionar uma data, ou “certidão de nascimento” para a Química como ciência, mas sim uma sequência de eventos, não isoladas, podendo ser chamada de *revolução lavoisieriana*, que permitiu o desenvolvimento da Química como área do conhecimento, uma vez que para os Ingleses, tal processo poderia ter se dado um século antes com o “pai da Química” (inglês) Robert Boyle (1627-1691).

Assim, a transição para a sociedade moderna se desenvolve consideravelmente em sentido mercadológico e é apoiada pelos interesses de época; como o uso de armas bélicas (pólvora), para garantia de poder entre as colônias e metrópoles; conflitos sociais entre a burguesia e nobreza culminando na revolução francesa; início da descoberta e produção de novos compostos, tintas, tecidos, produtos de higiene, perfumes e explosivos (CHASSOT, 2011). Continuaremos a falar desse saber que se fragmenta no conteúdo de Bioquímica, quando será primordial, a compreensão deste, e posteriormente, sua relação com a falta de conhecimento pelo aluno na Química, e na Bioquímica.

1.4 História do Conhecimento: Bioquímica

Em relação à Bioquímica, objeto de estudo deste trabalho, as pesquisas bases para a consolidação de suas estruturas se darão na época em que Hobsbawm (2018) chamou de *Era*

⁶*Flogisto* ou *flogístico* – teoria elaborada por Johann Joachim Becher (1635-1682), difundida por Gerg Ernest Stahl (1660-1734) discípulo desse primeiro, consideravam que todos os corpos em sua estrutura e composição continham “uma substância combustível e imponderável”, o *flogisto*, qual era “perdida durante o processo de calcinação” (DAS NEVES, FARIAS, 2011, p. 49). Essa teoria também era válida para os metais, entretanto não explicava como por exemplo o ferro ao ser calcinado aumentava de peso, hoje se sabe devido a reação química que ocorre nos metais e o gás oxigênio formando óxidos (Fe_2O_3), na Química inorgânica são chamados de óxidos básicos. A indústria Química irá posteriormente utilizar esse conhecimento para a elaboração de materiais resistentes à oxidação, como a exemplo os cascos de navios feitos de ferro, sendo acoplado nestes o magnésio o qual oxida no lugar do ferro, evitando o enferrujamento, daí o termo “metal de sacrifício”.

das Revoluções (1789-1848), quando ocorrem diversos fenômenos de ordem social, entre eles a Revolução Industrial e a Revolução Francesa, que contribuirão de forma direta para a consolidação da Ciência.

A Ciência que trata dos processos químicos e da composição dos materiais vivos, tem como expoente fundamental, em 1806 – *Era das Revoluções*– Jöns Jakob Berzelius (1779-1848), criador do termo “proteína” (CHASSOT, 2011, p. 189), que para Das Neves e Farias (2011), além de contribuir para a nomenclatura dos elementos químicos – permitindo maior clareza na escrita destes por simbologia – é também adepto do equivocado *vitalismo*⁷, sendo assim, pensava a Química Orgânica, como eixo inalterado da fisiologia (ARAGÃO, 2008).

Tempos posteriores, esse termo Química Orgânica ganhará outro significado, especialmente pelo questionamento da *teoria vitalista*. Sabemos que hoje a química orgânica compreende aos compostos cujo elemento principal é o carbono, sendo que o número de compostos estudados pela Química Orgânica ultrapassa os inorgânicos.

A química teve, entretanto, uma implicação revolucionária: a descoberta de que a vida podia ser analisada em termos das ciências inorgânicas. Lavoisier descobriu que a respiração é uma forma de combustão do oxigênio. Woehler descobriu, em 1828, que um composto até então só encontrado em coisas vivas – a ureia – podia ser sintetizado no laboratório, abrindo, assim, o vasto e novo campo da química orgânica. Ainda assim, apesar de haver sido superado o grande obstáculo do progresso – a crença de que a matéria viva obedecia a leis naturais fundamentalmente diferentes da matéria inerte – nem o estudo da mecânica nem o da química permitiram ao biólogo avançar muito (HOBSBAWM, 2018, p. 434).

A Bioquímica se estrutura nos estudos dos constituintes dos seres vivos e seus metabolismos, estes, a partir das ciências: Química e Biologia. Hobsbawm (2018) afirma que, nesse contexto, houve um grande avanço no campo da Biologia. E assim, podemos inferir, de forma indireta, para a Bioquímica. As descobertas de Schleiden e Schwann (1838-1839), assim como as transformações da matéria de Lavoisier (1743-1794) para a Química, estabeleceram os princípios da teoria celular para à Biologia (HOBSBAWM, 2018). Entretanto, ainda a Bioquímica estava longe de se consolidar como área do saber.

A Bioquímica teve um começo difícil no século XIX, quando os preconceitos filosóficos e os obstáculos obscurantistas eram de tal forma severos que o progresso científico exigia esforços hercúleos. A Bioquímica surgiu pela primeira vez quando a Universidade de Tubinga, na Alemanha em 1866, instituiu a cadeira de Química

⁷*Vitalismo* e a “força vital” – Desde o século XVIII, e até depois do século XX, floresceu e com muitos adeptos da qual se pensava que os compostos orgânicos eram encontrados unicamente em organismos vivos animais ou vegetais e não podiam ser sintetizados em meio artificial ou oriundo do reino “mineral”. (FARIAS, 2003 *apud* DAS NEVES, FARIAS, 2011, p. 73)

Fisiológica, que tinha como professor Felix von Hoppe-Seyler, responsável pelo início da publicação de uma revista de especialidade (ARAGÃO, 2008, p. 188).

Ainda no Século XIX, Das Neves e Farias (2011, p. 79) apontam como importante conquista na área da nutrição, pela Bioquímica, a descoberta do químico Henri Nestlé (1814-1890), que conciliou a taxa de mortalidade infantil elevada e o mercado, criando a “farinha láctea”, consumida até nossos dias. Citam ainda estes autores que a companhia fundada por Nestlé, produz outros produtos inovadores para o mercado alimentício, sendo o primeiro: leite condensado, chocolate ao leite e o café solúvel.

Diz Aragão (2008), que durante o século XX, especialmente na Primeira Guerra Mundial, com o uso da ciência em aplicações imediatas, a Bioquímica ampliou seu conhecimento no ramo da nutrição e a descoberta das enzimas.

A Biologia do século XX se aproximou cada vez mais da Química, e a biologia molecular trouxe as mais significativas contribuições para explicar, preservar e prolongar a vida. Os estudos de fotossíntese [...] sendo essa uma das áreas mais laureadas com o Prêmio Nobel. A determinação da estrutura das proteínas, os estudos das moléculas como a insulina e a Hemoglobina e o estabelecimento do código genético determinaram grandes conquistas. Os prêmios Nobel de Medicina e Fisiologia de 1959, e 1962 foram para descobertas que deram aos biólogos novos referenciais: a síntese do ácido ribonucleico (RNA) e do ácido desoxirribonucleico (DNA), que laureou em 1959 S. OCHOA e A. Kornberg, e a determinação da estrutura molecular do DNA e o seu significado na transmissão de informações em material vivo que proporcionou um Prêmio Nobel polêmico a F.H. Crick, M.H Wilkins e J. D. Watson. A grande maioria dos assuntos que receberam os prêmios Nobel de Medicina e Fisiologia na segunda metade desse século foram de Bioquímica e/ou Biologia Molecular (CHASSOT, 2011, p. 236-237).

No século dos “raios x”, da invenção do avião e da viagem espacial à lua, outro grande avanço pôde ser percebido: a consolidação da genética. Desse modo, também do estudo do genoma humano (CHASSOT, 2011). Poderíamos ainda citar a descoberta das vitaminas, dos mecanismos envoltos nas proteínas, nas descobertas dos isômeros dos carboidratos e demais compostos bioquímicos, e sua associação direta com os seres vivos. Entretanto, voltaremos a estas considerações à frente. Finalizando essa parte, no que diz respeito à construção e natureza do conhecimento de Bioquímica:

Watson e Crick produziram sua estrutura do DNA por meio de um processo de construção de modelo e cálculo. Não houve experimento real envolvido, embora a construção do modelo e os cálculos realizados tenham utilizado dados coletados por outros cientistas. Muitos cientistas aventureiros aplicaram o processo de exploração e observação como um caminho para a descoberta. Viagens históricas de descoberta (entre elas a de Charles Darwin no H.M.S. Beagle, em 1831) ajudaram no mapeamento do planeta, na catalogação dos seres vivos, e modificaram a forma como encaramos o mundo. Os cientistas modernos seguem um caminho semelhante quando exploram as profundezas do oceano ou lançam sondas para outros planetas. Um processo análogo ao da hipótese e experimentação é o da hipótese e dedução. Crick fundamentou que deveria existir uma molécula adaptadora que facilitasse a tradução da informação do RNA mensageiro em proteína. Essa hipótese do

adaptador levou à descoberta do RNA de transferência, por Mahlon Hoagland e Paul Zamecnik. [...].

A descoberta da penicilina por Alexander Fleming, em 1928, e dos RNA catalisadores por Thomas Cech, no início dos anos 1980, foram duas descobertas feitas por um golpe de sorte, embora alcançadas por cientistas bem preparados para explorá-las. A inspiração também pode levar a importantes avanços. A reação em cadeia da polimerase (PCR), que atualmente constitui parte central da biotecnologia, foi desenvolvida por Kary Mullis após um lampejo de inspiração durante uma viagem pelo norte da Califórnia em 1983 (NELSON, COX, 2014, p. 8).

Com essas considerações, não é difícil compreender que, todo esse conhecimento formulado e estruturado pouco a pouco, e, com uma grande complexidade, não seja fácil de ser ensinado e assimilado por parte dos alunos. Nesse tópico, que caracteriza a história desse ramo do conhecimento que estuda os constituintes da matéria viva, percebemos o quanto é complexa e abrangente sua construção, como área do saber. Percebemos também como aqueles que detêm tal conhecimento, são capazes de promover sua libertação e autonomia.

Contudo, é perceptível que ainda na rede pública educacional, não se privilegia um currículo com tempo suficiente para abranger esse conhecimento. Ou ao menos permitir ao aluno a sua autonomia, aliado ao professor, para a vasta compreensão de que a ciência pode surgir de diversas maneiras, especialmente pelo conhecimento e atenção daqueles que possuem o espírito científico. Sendo assim, para posteriormente discutir essas questões curriculares, e cientes das particularidades abrangentes da história da Bioquímica, o próximo tópico trará a questão do Ensino de Química e os motivos já elucidados pela literatura, pelos quais os estudantes podem não aprender.

1.5 A aprendizagem da Química

A aprendizagem da Química por parte dos alunos é difícil, não nos é tão incomum perceber as queixas destes, referidas a essa área do conhecimento que objetiva “investigar as propriedades, a constituição e as transformações dos materiais e das substâncias” (MACHADO; MORTIMER, 2007, p.28).

O professor Norte Americano Herron (1975) aponta os motivos pelos quais bons alunos não conseguem compreender Química⁸, que em sua época, por volta de 50% dos estudantes, que não estão em cursos relacionados às ciências exatas e naturais, apresentavam

⁸ - “Piaget para Químicos. Explicando o que ‘bons’ estudantes não conseguem compreender” do original em inglês: Piaget for chemists. Explaining what "good" students cannot understand. Publicado em 1975, no Journal of Chemical Education, v. 52. Usamos uma versão traduzida, e adaptada para estudos de Paulo A. Porto.

incapacidade de atuar em um nível intelectual descrito por Piaget (1896-1980) como *operatório formal*. Entretanto já considerava que o aluno com a abordagem e o conteúdo da forma que é dado em sala de aula, já atingisse o nível operatório formal.

Através dos anos observei que para muitos estudantes, qualquer conceito que envolvesse proporção era extremamente difícil. Densidade, velocidade, aceleração, molaridade e rapidez de transformação química são alguns desses conceitos. Os estudantes são capazes de memorizar um algoritmo para fazer cálculos numéricos dessas quantidades, mas parecem ter uma compreensão tão pobre da ideia, que são incapazes de aplicar o conceito em qualquer problema diferente daqueles analisados e discutidos em classe. (Por exemplo, estudantes que aprenderam a calcular a densidade a partir de dados de massa e volume são, frequentemente, incapazes de responder questões simples, tais como: “Água possui densidade menor que o ácido sulfúrico. Quem teria o maior volume, 100 g de água ou 100 g de ácido sulfúrico?”) Se eu pensasse que essas ideias errôneas – ou melhor, essa falta de ideias – que eu relatei fossem devidas unicamente à minha inaptidão ao ensinar, eu não as estaria relatando. E, ao contrário do que alguns professores preferem acreditar, estes não são alunos que não se esforçam em aprender; eles são “bons” alunos que fazem um esforço consciente no sentido de conseguir aprender. No entanto, estes estudantes parecem simplesmente não poder entender ideias abstratas, tais como átomos, moléculas e gases ideais. Serão eles “burros”? Acho que sim. Mas não no mesmo sentido em que nós normalmente dizemos que uma pessoa é “burra” ou “idiota”. Acredito que esses são estudantes que não atingiram o estágio de operações formais em seu desenvolvimento intelectual (HERRON, 1975, p. 2).

Herron (1975) aponta, a partir do Suíço Jean Piaget (1896-1980), os quatro estágios para o desenvolvimento cognitivo: *sensorio motor*, *pré-operatório*, *operatório concreto* e *operatório formal*. Desse modo o levantamento do Professor apontou que boa parte dos alunos, que terminam o Ensino Médio, ainda não raciocina no operatório formal, este que é caracterizado como a última fase do desenvolvimento intelectual, e que possibilita ao aluno a reflexão em nível abstrato. Assim postula que, em parte, os alunos conseguem compreender os conceitos Químicos, mas ainda não aprendem por necessitar utilizar a abstração, nos termos do autor eles assimilam os conceitos abstratos com “operações concretas”.

Em primeiro lugar, é importante ter em mente que “operações concretas são concretas, relativamente falando; sua atividade estruturadora e organizadora está orientada para coisas concretas e acontecimentos no presente imediato” (6). O estudante operacional concreto não pensa em termos de possibilidades e não é capaz de compreender conceitos abstratos que se afastam da realidade concreta. Entretanto, o estudante operacional formal “começa a pensar em termos do que poderia acontecer, e vislumbra todas as mudanças possíveis. Isto o capacita a raciocinar sem suportes visuais” (7). Dizer que um estudante que não alcançou o estágio das operações formais não pode raciocinar ou resolver problemas é enganoso. Ele pode, mas o ponto de partida para o estudante operacional concreto é sempre o real, em vez do potencial. Seu raciocínio é sempre baseado em observações reais e é limitado a extrapolações dessas experiências sensoriais. Ele não delinea todas as possibilidades, nem pensa no observado como sendo simplesmente um caso particular do possível. Como até mesmo aqueles indivíduos que desenvolveram o nível de operações formais normalmente reverterem ao pensamento operacional concreto quando se defrontam com uma área não familiar, vamos dar exemplos que ajudem a esclarecer as distinções a serem feitas. Uma distinção entre os raciocínios operacional concreto e operacional formal é que o primeiro ocorre em termos de experiências concretas, enquanto que as mesmas

operações lógicas, aplicadas a abstrações, seriam características do raciocínio operacional formal (HERRON, 1975, p. 3 – *aspas do autor*).

O aluno que chega ao nível formal consegue abstrair com maior facilidade, e isso possibilita ao estudante, pensar possibilidades para resolver problemas, sendo capazes de pensar todas as possibilidades de uma dada ocorrência. Assim são capazes de levantar e examinar combinações possíveis (HERRON, 1975). O proceder de um estudante em nível formal é ordenado, sendo sistemática a sua forma de eliminar proposições falsas, como afirma o Estado Unidense.

Aprender Química é uma tarefa árdua. Assim como Machado e Mortimer (2007) defendem a ideia de que seu aprendizado vai além da ampliação do conhecimento sobre os fenômenos, e também da remodelação do senso comum dos estudantes. Essa Ciência possui uma linguagem própria, consolidada através dos tempos (CHASSOT, 2011). Para se apropriar desse conhecimento, o indivíduo precisa compreender de forma clara a constituição dos materiais, suas propriedades e transformações das substâncias.

Lançando luz à forma de abordar o conhecimento de Química Machado, Mortimer e Romanelli (2000), e também Machado e Mortimer (2007), apontam três aspectos do conhecimento Químico: *fenomenológico, teórico e representacional*. O aspecto fenomenológico, como já configura seu nome, está vinculado aos fenômenos de interesse dessa ciência, como as diversas transformações que ocorrem na natureza, desde as mudanças de estado físico, até mesmo as emissões radioativas das partículas de modo invisível, mas que podem ser detectadas por espectroscopia. Configura também, tal aspecto, as transformações materializadas em ações sociais e na Bioquímica, a exemplo, no interior dos seres vivos, desde a respiração e a sua liberação de energia para o meio.

O aspecto teórico relaciona-se a informações de atômico-molecular, envolvendo, portanto, explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente observáveis, como átomos moléculas, íons elétrons, etc (MACHADO; MORTIMER, 2007, p. 30).

No que diz respeito ao aspecto representacional, estão os conteúdos abordados em sala de aula, nas suas diversas representações, seja por: diagramas, símbolos e fórmulas (MACHADO; MORTIMER, 2007). A tabela periódica é uma boa comparação para esboçar esse aspecto *representacional* do conhecimento químico, ela engloba desde a representações simbólicas dos elementos químicos, com seu número de prótons ou número atômico e número de massa, tal também seu agrupamento por ordem crescente de número atômico e propriedades periódicas dos elementos químicos.

Machado e Mortimer (2007) assumem a importância de se considerar as ideias prévias dos alunos e de contemplar aspectos que são relevantes aos conhecimentos de Química. Entretanto, faz-se necessário a transformação expressiva da forma como são organizados, no currículo, os conceitos Químicos. Assim, busca-se reduzir os números de conceitos, provocando uma dicotomia entre os conceitos tradicionais, mudando a concepção de que *aprender química é tão-somente compreender conteúdo químico*.

Fica claro o objetivo dessa proposta, continuar e *reformular* o currículo, no entanto, o cerne da questão não é mudado. Machado e Mortimer (2007) trazem a concepção de que o problema da falta de conhecimento pelos alunos de Química, no Ensino Médio da Educação Básica, está na forma como se é dado o conhecimento de Química nas escolas, isso porque não se considera as ideias prévias dos alunos, valorizando excessivamente a numerosa gama de conteúdo dessa ciência, da matéria e propriedade dos materiais.

Entendemos ser importante para um bom ensino essa percepção pelo professor de como selecionar conteúdos úteis. Assim como também selecionar, e possibilitar a reformulação de conceitos inatos nos estudantes.

No entanto, é preciso levar em consideração que em uma sociedade de classe de cunho positivista, o conhecimento também é fragmentado, alienado. Essa forma de organização concentra o conhecimento científico em pesquisadores das empresas e em poucos setores produtivos, do ponto de vista econômico. Embora a escola seja o espaço formal para a produção deste conhecimento, para as classes trabalhadoras é ensinado somente o básico.

A própria ciência não é homogênea e pode oferecer múltiplas formas de ver o mundo. Essas ideias podem conviver em uma mesma época, sendo usadas em contextos independentes e não relacionados. (MACHADO; MORTIMER, 2007, p. 25).

Vivemos numa época na qual tem sido muito comum o uso de materiais sofisticados, destinados a atividades cada vez mais específicas. A sociedade tecnológica exige das ciências das materiais respostas precisas e específicas às suas demandas. A Química, ciência fundamental para a concepção de novos materiais, pode oferecer respostas a essa diversidade de demandas, pelo conhecimento sobre a constituição, propriedades e transformações das substâncias (MACHADO; MORTIMER, 2007, p. 28).

Contudo, isso não é suficiente para responder em uma totalidade a falta de conhecimento, mesmo entre os “bons”⁹ alunos, especialmente das periferias, ou das classes

9 - “Bons” – Partimos do pressuposto de que alunos hoje são considerados “bons” aqueles que são adaptados às normas estabelecidas e estereotipadas da sociedade, uma vez que são punidos ou recompensados por isso (APPLE, 2006, p. 138). Normas que estabelecem padrões de cultura ditas exemplares, dominantes, e adequadas aos indivíduos (APPLE, 2006, p. 129). Entretanto se esquecem que os indivíduos muitas vezes são do modo que

pobres, que não aprendem Química, e a aplicação desta para as diversas camadas da população Brasileira. Não negamos que alguns alunos das classes dominantes também podem não aprender Química, como vemos no trabalho de Herron (1975), porém seu acesso aos meios e seu aprendizado mínimo é gritante, quando comparado aos alunos das camadas inferiores. A ideia de meritocracia é totalmente desmistificada ao se fazerem tais comparações de alunos filhos da pobreza e alunos filhos das classes dominantes e sua alocação no mercado de trabalho com possibilidades para o futuro (CHASSOT, 2018).

O Ensino de Química, assim como o ensino de Ciências, possui características das quais levam a fragmentação do conhecimento, ausência de vínculo com a realidade e seu cotidiano, a história como ornamento, e experimentos que mais dificultam do que auxiliam para o aprendizado. Nesse contexto, Chassot (1995) cita algumas características negativas para esse ensino: *dogmatismo* e *asepsia* no ensino, ensino *a-histórico*, ensino *abstrato* e com uma *avaliação ferreteadora*, que para esse autor, mesmo que um pouco enfático, significaria “marcar a ferros” o aluno, com a finalidade de se separar um rebanho de outro.

Em um sistema de *avaliação ferreteadora*, o professor se impõe por meio de ameaças e reprovações, com finalidade de “ensinar o conteúdo” proposto pela unidade de ensino. Consiste em marcar o aluno a ferros, com conceitos na forma de notas, que o seguirão a vida toda. Nesse sistema, os mais adaptados – e em boa parte não os mais preparados – são aprovados pelo professor; que por vezes, nesse sistema, usou a *avaliação ferreteadora*, para manter o silêncio, fazer os alunos prestarem atenção e rotular os indisciplinados e incapazes.

O *dogmatismo* no ensino de Ciências, e por sua vez no Ensino de Química, é caracterizado pela visão rígida da qual se tem a Ciência como absoluta e intocável, e assim inquestionável. Sabendo que a única certeza a respeito da ciência é a sua própria capacidade constante de mudar, uma vez que “a racionalidade científica não é eterna” (FOUREZ, 1995, p. 92).

Para Chassot (2018), a História da Química é um fator necessário para a elucidação do saber. Sem ela, a prática escolar acentua-se *dogmática*, favorecendo a dominação e a

são devidas às pressões externas da sociedade em que boa parte as questões socioeconômicas, dita questões materiais estão diretamente inseridas nesse contexto. Um indivíduo que viveu toda sua história em um bairro de periferia de uma metrópole, que adquiriu sua cultura própria desde a infância de conviver com os colegas, jogar partidas de futebol, empinar pipas são muitas vezes depreciados não só pela mídia reflexo da sociedade, de uma *hegemonia cultural*, como indivíduos que não tem conhecimento, *aculturados*, que colocam em risco suas vidas e necessitam de noção e respeito que será dado por uma “boa educação”, entretanto se esquecem e lhes são negados as condições mínimas de lazer e divertimento através de espaços públicos. Assim são considerados fora dos padrões sociais vigentes.

estagnação da sociedade, caracterizando um ensino para poucos e com finalidades (*in*) *úteis*. Desse modo, podemos inferir que, uma importante contribuição a mesma traz para o conhecimento; ela questiona a Química como área do saber, o grupo que a consolida, e, o motivo de sua perpetuação e inserção no currículo, apontando e interrogando os interesses envolvidos.

Ainda temos, em pleno século XXI, uma visão iluminista da Ciência, formada por pessoas célebres, com visões lineares, e que por seus momentos de “eureca”, adquiriram ou pensaram, o que nenhuma outra pessoa havia pensado. Isso pode ser fruto de um ensino que não privilegia a história e o seu contexto para a consolidação do saber. Temos hoje, na Bioquímica, a exemplo, muitas formas de se escrever as fórmulas dos compostos, o que prefigurou uma linguagem própria da ciência. De modo que se consolidou da necessidade de expressar as possíveis formas de organização dessas moléculas.

Quantos tentaram resolver o problema da estrutura do benzeno com seus seis átomos de carbono, e seis átomos de hidrogênio, deixando os mesmos em cadeias abertas? Um divisor de conceitos fora nessa época Kekulé (1829-1896) pensar a possibilidade de uma organização geométrica para a molécula no formato de um hexágono. Ele precisou de muita abstração para fazer tal descoberta.

O ensino *asséptico* se configura, no que diz Chassot (1995, p. 46), “parece importante mostrar um ensino limpo, como se o que se ensina tivesse sido construído por mentes privilegiadas, e coubesse ao professor contar o que os mais iluminados descobriram”. Esse contexto perpetua a ideia de que para se construir o saber, apenas pessoas intelectualmente dotadas, ou com grande gabarito são capazes de consolidar o conhecimento e assim a ciência.

Nesse caso, se esquece do conhecimento produzido pelas classes ditas iletradas, com relação a suas técnicas consolidadas e passadas a gerações, como a exemplo saber do “ponto” do doce, para retirar o mesmo da chama, ou ainda a técnica de se retirar o “pingo” para a produção dos próximos queijos.

Essa assepsia de ensino se configura também em reconhecer a ciência como fruto de uma construção humana, que muitas vezes precisou de conhecimentos populares, ou consolidados por grupos, longe dos laboratórios para se estruturarem. Entram também no caso de se conceber uma ciência formada por pessoas que erram muitas vezes para acertar, que “riscam e rabiscam” para estruturar uma técnica ou conhecimento.

Sabemos que a abstração, assim como defendida por Herron (1975), é fundamental para o Ensino de Química. Esse, em boa parte das vezes, é caracterizado como *abstrato*, e é claro que não se precisa refletir muito para considerar tal pressuposto. Átomos, elétrons, moléculas, ligações químicas, para melhor compreensão são apenas idealizadas, e assim trabalhar com incertezas, nesse sentido, se torna fundamental para a elucidação do conhecimento (CHASSOT, 1995).

Como afirmado por Herron (1975), o uso da abstração é difícil para boa parte dos alunos que ainda não atingiram nível operatório formal, e infere que o uso de modelos pode contribuir como um auxiliar para a formação desse processo. Entretanto Chassot (1995) critica esse uso, visto que na prática, a realidade é muito difícil de ser imitada nas proporções do real. Esse crescente aumento do uso de modelos, metodologias diversificadas, até pouco estudadas, tem apenas o interesse de se adaptar as exigências de formação imediatistas do currículo imposto pelo *capital*.

Esse Ensino de Química se insere em um currículo, pensado e às vezes *reformado*, servindo apenas para a *perpetuação* do *capital*, e na educação, para irradiar ou consolidar novas *formas de internalização* nos indivíduos para a manutenção dos *interesses* do *capital* (MÉSZÁROS, 2007). E assim, por sua vez, internalizado aos indivíduos, no que diz Chassot (1995), por uma *avaliação ferreteadora*, cuja proposta é “verificar” o “aprendizado do aluno”. Entretanto, é um mecanismo de imposição, desportista e de dominação do professor sobre o aluno.

A educação tem um papel importante, mas o real é que não há ainda uma educação que privilegie, que emancipe o indivíduo, que o faça capaz de superar a *(in)lógica* do capital. Sabemos da necessidade de modificar nossos atos e ações, o planeta não suporta o padrão de consumo estabelecido. E, nossos recursos naturais podem parar de existir como são, sendo possível a extinção do conhecimento, por exemplo, de mecanismos bioquímicos únicos na natureza, ainda não estudado por espécies descobertas (MILLER JR, 2007)¹⁰.

10 - Em seu livro: “Ciência Ambiental”, aponta a degradação do planeta pelo consumo exagerado, e destruição dos recursos naturais. Além disso, em cada capítulo trabalha com uma temática problematizadora capaz de elucidar adequadamente a questão ambiental e a caracterização do homem enquanto indivíduo que precisa mudar seus modos de conceber a natureza e a sociedade, para isso usa como campo de pesquisa os Estados Unidos – nação com maior consumo mundial e cujo padrão de vida é inconcebível para a vida na Terra – para corroborar sua temática ambiental e questionar os modos de vida da sociedade. Esta citação aponta que a degradação dos ecossistemas compreende diretamente as grandes áreas da Bioquímica como a sequência de mecanismos em nível molecular que não foram estudados e outros mais tão pouco descobertos.

O que podemos concluir neste capítulo é que, embora a revolução científica tenha sido um avanço, no que diz respeito às descobertas científicas e tecnológicas, os resultados alcançados na sociedade capitalista não são favoráveis a universalidade da população mundial. Há um grupo social que se beneficia econômica e socialmente das descobertas científicas, enquanto outros não recebem esses benefícios. Ao contrário, com o advento da sociedade capitalista, o que se consolidou foi uma sociedade de classes distintas. São as massas de trabalhadores que estão sendo substituídas pelas máquinas e aumentando o número de desempregados no mundo, constituindo uma enorme desigualdade entre os homens. E isso não ocorre só no trabalho, mas também no ensino e assegurado pela hegemonia cultural, como veremos a seguir.

Parece pela *(in)lógica do capital*, difícil chegar ao que Chassot (1995) propõe ao se trabalhar um ensino com as incertezas, certo de que estas produzirão verdadeiros conhecimentos da realidade – que é uma constante incerteza. Entretanto, cientes de que as certezas produzem estagnação no conhecimento e acentuam o *dogmatismo* científico e com isso a perpetuação – nas palavras de Mészáros (2007) – da *(in)lógica do capital*, pretendemos, no próximo capítulo, questionar a consolidação do currículo de Química. Especialmente em seu ramo subsequente: a Bioquímica, para os alunos dos anos finais do Ensino Médio, com vistas a produzirmos um produto educacional com a abordagem do doce de leite e do queijo.

CAPÍTULO II

2. Legislação Currículo e Ensino de Química e Bioquímica

“A bioquímica descreve em termos moleculares as estruturas, os mecanismos e os processos químicos compartilhados por todos os organismos e estabelece princípios de organização que são a base da vida em todas as suas formas, princípios esses referidos como a lógica molecular da vida. Embora a bioquímica proporcione importantes esclarecimentos e aplicações práticas na medicina, na agricultura, na nutrição e na indústria, sua preocupação primordial é com o milagre da vida em si” (NELSON; COX, 2014, p. 2).

O objetivo que buscamos neste capítulo é refletir como o Ensino de Química está presente nos principais documentos da Educação Básica¹¹, a saber: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) n.9.394/96, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), as Orientações Curriculares Nacionais (OCNs), a Base Nacional Curricular Comum (BNCC) e, por fim, a matriz curricular do Estado de Goiás, no que dizem respeito ao Ensino de Química e conteúdo de Bioquímica. Para analisar o processo de formulação do currículo, nos ancoramos nos estudos de Apple (2006) e Tadeu (2011).

Encerrando a proposta deste capítulo, apresentamos as características da ciência Bioquímica, trazendo à luz suas principais definições, aplicações, constituintes e moléculas; e a bioquímica de carboidratos, conteúdos que pretendemos contextualizar pelas práticas cotidianas da fabricação do doce de leite e de queijos.

2.1 Os Documentos Nacionais e o Ensino de Química

No que tange à legislação brasileira para a Educação, pode-se citar a Constituição Federal de 1988, em seu artigo 205, que garante a educação para todos, com dever da Família e do Estado, sendo garantida pela sociedade e assegurando aos indivíduos a formação humana, profissional e cidadã. Após a Constituição Federal de 1988, o documento mais importante no país que diz respeito à educação é a Lei de Diretrizes e Bases da Educação n. 9.394/96 promulgada em 20 de dezembro de 1996, de aspecto mais abrangente e especificado para os rumos educativos, e que diz em seu artigo 2º que:

¹¹ De acordo com o Portal do Ministério da Educação (MEC) – Os documentos que norteiam a Educação Básica são: “a Lei nº [9.394](#), que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), as [Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica](#) e o [Plano Nacional de Educação](#), aprovado pelo Congresso Nacional em 26 de junho de 2014. Outros documentos fundamentais são a [Constituição da República Federativa do Brasil](#) e o [Estatuto da Criança e do Adolescente](#)”. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-basica/apresentacao>. Acesso em Mai de 2020.

A educação, dever da família e do Estado, inspirada nos princípios de liberdade e nos ideais de solidariedade humana, tem por finalidade o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1996).

Esta mesma lei, em seu artigo 35, aponta que o ensino médio - etapa da educação básica que contempla a disciplina de Química - possui quatro finalidades básicas: aprofundamento e prosseguimento nos estudos com preparo para o trabalho, a cidadania com flexibilidade às novas condições de ocupação e aperfeiçoamento posteriores, aprimoramento da pessoa humana, ética, autonomia intelectual e pensamento crítico, compreensão de conhecimentos científicos e tecnológicos.

Recentemente, pela Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017, houve a inserção do artigo 35-A relacionado à Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A Base Nacional Comum Curricular definirá direitos e objetivos de aprendizagem do ensino médio, conforme diretrizes do Conselho Nacional de Educação, nas seguintes áreas do conhecimento: I - linguagens e suas tecnologias; II - matemática e suas tecnologias; III - ciências da natureza e suas tecnologias; IV - ciências humanas e sociais aplicadas (BRASIL, 2017).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)¹², abordam os conhecimentos de Química na Parte III desse documento no item Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, com uma tendência interdisciplinar e caráter contextualizador, buscando valorizar o seu aspecto histórico, a experimentação, o cotidiano do aluno (BRASIL, 1999). Permitindo grandes considerações para o ensino de ciência, com notório apontamento para a Ciência Química e suas contribuições para o mundo em que vivemos.

Para os PCNEM, existem diferentes meios pelos quais os conhecimentos de Química se propagam na sociedade. Podemos destacar: *a tradição cultural*, que difunde saberes

¹²*Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM)*. Houve a produção de vários documentos relacionados a orientações para os Estados da Federação, no que diz respeito a elaboração de sua matriz curricular, o que por um lado dava-lhes maior autonomia. Os documentos foram elaborados e publicados em datas distintas, de acordo com as áreas do saber e com orientações próprias para cada modalidade da Educação Básica. Para nosso caso é importante quanto a análise curricular proposta nesta pesquisa, o PCNEM de 1999, referente as “*Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias*”, pois nele, é mencionado de forma significativa o Ensino de Química. Assim se apresenta,

“A primeira versão deste documento, de dezembro de 1997, anterior portanto à deliberação CNE/98, já era de certa forma convergente com ela, até porque já partia da compreensão do Ensino Médio expressa pela LDB/96, assim como levava em conta outras iniciativas” (BRASIL, 1999, p. 4).

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em mai de 2018.

fundamentado em pontos de vista químicos, ou *saberes populares* (BRASIL, 1999, p. 30). Essa parte, busca valorizar práticas tradicionais, contextualizando os conceitos Químicos (BRASIL, 1999).

Apesar de ser um meio muito importante para a difusão da Ciência, os PCNEM referem-se também “*as informações veiculadas pelos meios de comunicação*” (BRASIL, 1999, p. 30), que podem perpetuar, de acordo com este documento, a ideia de “*química como vilã*”; e em outros momentos como “*mocinha*”. Como no caso do uso dos plásticos, que trazem benefícios e malefícios para a sociedade e o meio ambiente, por exemplo. Na escola, por sua vez, os PCNEM apontam a presença importante do conhecimento *essencialmente acadêmico*, “*acumulado*” pela humanidade (BRASIL, 1999).

A promoção do conhecimento químico em escala mundial, nestes últimos quarenta anos, incorporou novas abordagens, objetivando a formação de futuros cientistas, de cidadãos mais conscientes e também o desenvolvimento de conhecimentos aplicáveis ao sistema produtivo, industrial e agrícola. Apesar disso, no Brasil, a abordagem da Química escolar continua praticamente a mesma. Embora às vezes “*maquiada*” com uma aparência de modernidade, a essência permanece a mesma, priorizando-se as informações desligadas da realidade vivida pelos alunos e pelos professores. Enfatiza-se por demais propriedades periódicas, tais como eletronegatividade, raio atômico, potencial de ionização, em detrimento de conteúdos mais significativos sobre os próprios elementos químicos, como a ocorrência, *métodos de preparação*, propriedades, aplicações e as correlações entre esses assuntos. Estas correlações podem ser exemplificadas no caso do enxofre elementar: sua distribuição no globo terrestre segue uma linha que está determinada pelas regiões vulcânicas; sua obtenção se baseia no seu relativamente baixo ponto de fusão e suas propriedades químicas o tornam material imprescindível para a indústria química. Mesmo tão relevantes, essas propriedades são pouco lembradas no contexto do aprendizado escolar (BRASIL, 1999, p. 30 – *grifo nosso*).

Quanto ao aprendizado em Química pelos alunos do Ensino Médio é indicado que compreendam as transformações químicas. Assim, possibilitando julgar, com fundamentos, as informações da tradição cultural, da mídia e da própria escola. E, com isso, tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (BRASIL, 1999, p. 31). Nesse sentido, o entendimento das transformações químicas, ou seja, das reações que promovam a relação entre tecnologia e suas implicações ambientais, políticas, econômicas e sociais são importantes temas orientadores, nesta perspectiva, para a elaboração dos conteúdos programáticos. No nosso caso, seria muito bem interligados com os temas geradores do doce de leite e do queijo.

Assim, das raízes históricas ao seu processo de afirmação como conhecimento sistematizado, isto é, como ciência, a *Química* tornou-se um dos meios de interpretação e utilização do mundo físico. É óbvio que o mundo físico é um sistema global complexo, formado por subsistemas que, interagindo e se relacionando, interferem nos processos sociais, econômicos, políticos, científicos, tecnológicos, éticos e culturais. O *conhecimento especializado*, o conhecimento *químico isolado*, é necessário mas *não* suficiente para o entendimento do mundo

físico, pois não é capaz de estabelecer explícita e constantemente, por si só, as interações com outros subsistemas. Isso é verdade não só na Química. Por exemplo, para a compreensão da respiração humana, não basta o conhecimento do aparelho respiratório. É necessário que se conheçam conceitos como pressão atmosférica, dissolução e transporte de gases, combustão, capilaridade. Na interpretação do mundo através das ferramentas da Química, é essencial que se explicita seu caráter dinâmico. Assim, o conhecimento químico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim uma construção da mente humana, em contínua mudança. A *História da Química*, como parte do conhecimento socialmente produzido, deve permear todo o ensino de Química, possibilitando ao aluno a compreensão do processo de elaboração desse conhecimento, com seus avanços, erros e conflitos (BRASIL, 1999, p. 31 - *grifo nosso*).

O que percebemos é que os documentos oficiais oferecem o básico do conhecimento e suas características mais importantes, mas não uma visão crítica. Uma vez que as bases do governo são de cunho liberal, não raro defendidos pelas editoras e os mercados. Neste aspecto, dificilmente irão apresentar uma visão crítica da ciência que atuam em favor dos trabalhadores, a não ser para explorá-los.

Sendo a visão crítica da Ciência, mesmo que dada minimamente, capaz de questionar a ciência como esta é, e evitar o dogmatismo científico, o isolamento. E assim, “a ciência deve ser percebida como uma *criação do intelecto humano* e, como qualquer atividade humana, também submetida a avaliações de natureza ética” (BRASIL, 1999, p. 32 - *grifo nosso*). Caso que parece não ser muito comum, pelo excesso de relativismo de nossos tempos, há quem leva ao extremo essa questão e não aceita as verdades da Ciência, ignorando sua contribuição. Como hoje se é comum questionar a eficiência das vacinas, e, em outros casos, afirma-se a ciência como plena e única verdade possível: “a ciência confirma...”.

Este documento enfatiza a importância de se conhecer a realidade do aluno para se elaborar efetivamente um bom Ensino de Química. Uma vez que os alunos, de diversas esferas sociais, podem interpretar o mundo de forma diferente, afetando suas habilidades cognitivas. Sendo que uma das respostas a estes problemas também possa, durante o convívio em sala de aula, se trabalhar questões relacionadas a valores.

Considerando-se, entretanto, que o ensino de Química praticado em grande número de escolas está muito distante do que se propõe, é necessário então que ele seja entendido criticamente, em suas limitações, para que estas possam ser superadas. Vale lembrar que o ensino de Química tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo deste quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos. Enfatizam-se muitos tipos de classificação, como tipos de reações, ácidos, soluções, que não representam aprendizagens significativas. Transforma-se, muitas vezes, a linguagem química, uma ferramenta, no fim último do conhecimento. Reduz-se o conhecimento químico a fórmulas matemáticas e à aplicação de “regrinhas”, que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento

de uma situação-problema. Em outros momentos, o ensino atual privilegia aspectos teóricos, em níveis de abstração inadequados aos dos estudantes.

Como o ensino atualmente pressupõe um número muito grande de conteúdos a serem tratados, com detalhamento muitas vezes exagerado, alega-se falta de tempo e a necessidade de “correr com a matéria”, desconsiderando-se a participação efetiva do estudante no diálogo mediador da construção do conhecimento. Além de promover esse diálogo, é preciso objetivar um ensino de Química que possa contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo físico e para a construção da cidadania, colocando em pauta, na sala de aula, conhecimentos socialmente relevantes, que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno (BRASIL, 1999, p. 32-33 - *aspas dos autores*).

Ao considerar a *vivência individual de cada aluno e o coletivo com a interação com o mundo físico*, abre margem para a contextualização, que é a prática pretendida neste trabalho, ao se desenvolver o ensino por meio de práticas cotidianas, que no caso, como já foi dito, a fabricação e os processos envolvidos no uso do queijo e do doce de leite, como contexto para o Ensino de Bioquímica.

Enfim, para este documento, ainda é válido destacar o grande desafio do professor em não cair no esgotamento e memorização dos conteúdos como fator fundamental de aprendizagem. Sendo aspectos muito importantes, uma vez que, em nosso mundo atual, exigem mais que interpretações de informações, “exige-se competências e habilidades ligadas ao uso dessas interpretações nos processos investigativos de situações problemáticas” com finalidade de “resolver e minimizar tais problemas” (BRASIL, 1999, p. 34-35).

Também no documento dos Parâmetros Curriculares Nacionais Para o Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), 2002, tendem corroborar tal tendência. Porém, sem a intenção de mudar minimamente as relações escolares, apenas com intuito de manter o capital.

Historicamente, o conhecimento químico centrou-se em estudos de natureza empírica sobre as transformações químicas e as propriedades dos materiais e substâncias. Os modelos explicativos foram gradualmente se desenvolvendo conforme a concepção de cada época e, atualmente, o conhecimento científico em geral e o da Química em particular requerem o uso constante de modelos extremamente elaborados. Assim, em consonância com a própria história do desenvolvimento desta ciência, a Química deve ser apresentada estruturada sobre o tripé: *transformações químicas, materiais e suas propriedades e modelos explicativos*. Um ensino baseado harmonicamente nesses três pilares poderá dar uma estrutura de sustentação ao conhecimento de química do estudante especialmente se, ao tripé de conhecimentos químicos, se agregar uma trilogia de adequação pedagógica fundada em:

- contextualização, que dê significado aos conteúdos e que facilite o estabelecimento de ligações com outros campos de conhecimento;
- respeito ao desenvolvimento cognitivo e afetivo, que garanta ao estudante tratamento atento a sua formação e seus interesses;

- desenvolvimento de competências e habilidades em consonância com os temas e conteúdos do ensino (BRASIL, 2002, p. 87-88 – Grifo do autor).

Outro documento para a Química são as Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, datado de 2006 (OCNs). No que concerne ao documento, elaborado por meio de discussões e dos seminários regionais e nacionais no ano de 2004, pelo departamento de políticas de Ensino Médio da Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação. Vigente, tem caráter legislativo. Contudo, ainda não se aplica em sua totalidade para o Ensino de Química, uma vez que vemos em noticiários a ausência de laboratórios de ciências, poucos recursos para um ensino de qualidade.

Nos conhecimentos de Química, já aborda de imediato a ideia de se trabalhar ações interdisciplinares, promulgadas anteriormente, desde as DCNEM. Entretanto, este documento é enfático em refletir que pouco se havia feito nesse sentido. Para a Química, não há propriamente ações interdisciplinares, ou pouco tem se trabalhado. Uma vez que, as intenções podem até serem interessantes, mas as estruturas curriculares impedem boa parte deste processo. Ainda há a predominância de um ensino disciplinar, com exemplificação, com visão linear, conhecimentos fragmentados na estrutura da própria disciplina (BRASIL, 2006).

Isso pode ser confirmado pelas propostas pedagógicas configuradas nos diferentes materiais didáticos mais utilizados nas escolas – apostilas, livros didáticos etc. Os autores desses materiais afirmam, muitas vezes, que contemplam os PCNEM, referindo-se a conteúdos ilustrados e a exemplos de aplicações tecnológicas. Um olhar um pouco mais acurado mostra, no entanto, que isso não vai além de tratamentos periféricos, quase que para satisfazer eventuais curiosidades, sem esforço de tratar da dimensão ou do significado conceitual e, muito menos, de preocupação por uma abordagem referida no contexto real e tratamento interdisciplinar, com implicações que extrapolem os limites ali definidos. Na essência, aparecem os mesmos conteúdos, nas mesmas séries, com pouca significação de conceitos que permitam estimular o pensamento analítico do mundo, do ser humano e das criações humanas (BRASIL, 2006, p. 101).

Ainda nas palavras do documento: “cada componente curricular”, no caso a Química, tem “*sua razão de ser, seu objeto de estudo, seu sistema de conceitos e seus procedimentos metodológicos, associados a atitudes e valores*” (BRASIL, 2006, p. 102- grifo nosso). Neste caso, valores que precisam ser novamente repensados, uma vez que certos conhecimentos são abolidos do currículo, de sua estrutura curricular, por não fazerem parte do pensamento *hegemônico*, consolidado e incrustado na sociedade como natural (APPLE, 2006). Neste caso, os conhecimentos advindos do campo; suas metáforas, suas tecnologias - algumas surgidas da multiculturalidade e contribuições de indígenas, europeus e africanos: técnicas de plantio, à exemplo.

E no caso deste trabalho, o todo modo de produzir o queijo minas frescal: uso de banca queijeira, forma de madeira, pingo, pango¹³ e etc. - suas danças, folclore, culinária, são depreciadas, pelo método de consolidação de princípios hegemônicos.

Para as Ciências da Natureza um ponto é importante, como se diz cada disciplina possuindo sua especificidade deve ser preservada, buscando um diálogo interdisciplinar, transdisciplinar e intercomplementar deve ser assegurado no espaço e tempo escolar por meio da nova organização Curricular (BRASIL, 2006, p. 102).

Entretanto, não se oferece nenhuma estrutura para de fato se estabelecer tais objetivos. Como exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), raramente contempla vivência dos alunos. Neste documento “o *contexto real* representado pelas *situações de vivências* dos alunos, os *fenômenos naturais e artificiais* e as *aplicações tecnológicas*, podem ser os *objetos de estudo* para o diálogo entre as disciplinas” (BRASIL, 2006, p. 102). Podemos dizer que no uso da abordagem do doce de leite e do queijo para o Ensino de Bioquímica, estamos lidando com *situações de vivência dos alunos*.

Os processos de fermentação, reações de Maillard, caramelização do doce, contaminação e estufamento do queijo pela produção química de gases, acidez e o ponto do doce, se enquadram em *fenômenos naturais*, e neles encontram-se o conteúdo de Bioquímica.

O controle do fogo, durante o processo de desidratação do leite para a produção de doces, consiste num *fenômeno artificial*; assim como também a adição de coagulante, ou aditivos como o cloreto de cálcio (CaCl_2), quando ocorre a pasteurização, e em ambos os casos podem ser classificados como *aplicações tecnológicas*. Esta última, pode ser corroborada no processo de fabricação do tipo de queijo - que é particular para cada caso, a exemplo, quando adiciona ou não: o pingo, o coagulante vegetal (cardo), se pasteuriza o leite cru, faz-se à fervura da massa, ou ainda inocula cultivo indicador, e etc. - e desde seus utensílios básicos como formas, bancas queijeiras, e ordenhas, quando há. Sendo assim, caracterizados como *objetos de estudos* diante da disciplina.

A 14 de dezembro de 2018, foi homologado o documento da BNCC (Base Nacional Comum Curricular), pelo Ministro da Educação, Rossieli Soares. Sendo agora, o mais novo documento norteador das propostas curriculares para a educação básica no Brasil. Um ponto marcante deste, são as competências desejadas para a aprendizagem de cada aluno.

¹³- Pango - Em Serra do Salitre há um dizer que “*para queijo inchado, pingo e pango*”, queijo inchado é sinal de contaminação microbiana, assim se tem o costume de utilizar o pango, uma planta medicinal usada para a limpeza de formas e bancas, popularmente conhecida como “*terramicina*” (IPHAN, 2014, p. 54).

Na BNCC, competência é definida como a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho (BRASIL, 2018, p. 8).

As competências gerais da Educação Básica são norteadoras da BNCC (2018) e valorizam alguns aspectos básicos: 1- Conhecimento historicamente construído, 2- Curiosidade intelectual, 3 - Manifestações artísticas, 4 - Linguagens, 5- Tecnologias digitais de informação, 6 - Diversidade de saberes e vivências culturais, 7- Argumentação com base em fatos, 8- Cuidado com a saúde física e emocional, 9- Exercício da empatia e 10 - Ação pessoal e coletivamente com autonomia (BRASIL; 2018, p. 8-9). Para este trabalho se destaca:

1. Valorizar e utilizar os *conhecimentos historicamente construídos* sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. Exercitar a *curiosidade intelectual* e recorrer à *abordagem própria das ciências*, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

[...]

6. *Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais* e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo do trabalho e fazer escolhas alinhadas ao exercício da cidadania e ao seu projeto de vida, com liberdade, autonomia, consciência crítica e responsabilidade.

7. Argumentar com *base em fatos*, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta.

[...]

9. Exercitar a *empatia, o diálogo, a resolução de conflitos* e a cooperação, fazendo-se respeitar e promovendo o respeito ao outro e aos direitos humanos, com acolhimento e valorização da diversidade de indivíduos e de grupos sociais, seus saberes, identidades, culturas e potencialidades, sem preconceitos de qualquer natureza (BRASIL, 2018, p. 8-9 - *grifo nosso*).

Busca-se, neste trabalho, valorizar os conhecimentos historicamente construídos, a exemplo, explicar a importância da isomeria para a compreensão dos carboidratos ou demais biomoléculas. Também se pretende, com a temática do doce de leite e queijo, promover a curiosidade intelectual e a valorização dos saberes e vivências culturais, e em grupo, por meio de experimentação, além de promover a cooperação e resolução de conflitos e o respeito mútuo.

Nota-se que como diz Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), baseado em Paulo Freire, é necessário observar a realidade do aluno, mencionada por eles como *problematização inicial*, em sequência, a *organização do conhecimento*, e enfim a *aplicação* deste *conhecimento*. O Currículo de Goiás, que está em mudança neste ano de 2020, devido a consolidação da BNCC, aponta para uma redução do tempo de Ensino de Bioquímica, com os seguintes conteúdos:

1ª SÉRIE/ ENSINO MÉDIO - 1º BIMESTRE - CONTEÚDOS: Base molecular da vida. Constituintes da vida (água, sais minerais, *carboidratos*, *lipídios*, *proteínas*, *vitaminas* e *ácidos nucleicos*) (GOIÁS, 2012, p.355 - *grifo nosso*).

3ª SÉRIE/ ENSINO MÉDIO - 4º BIMESTRE - CONTEÚDOS: As biomoléculas e suas propriedades: *Carboidratos*, *Proteínas*, *Lipídeos*, *Enzimas*, etc. As gorduras *trans*, os colesterolis, açúcares, diabetes; Os interesses de mercado X os interesses de uma vida saudável; Os contrastes entre produção e distribuição de alimentos A desnutrição e a obesidade. (GOIÁS, 2012, p. 379- *grifo nosso*)

1ª SÉRIE/ ENSINO MÉDIO - EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM: *Identificar as moléculas* e substâncias químicas fundamentais dos seres vivos e compreender as *características físicas e químicas* das mesmas (GOIÁS, 2012, p. 355- *grifo nosso*)

3ª SÉRIE/ ENSINO MÉDIO - EXPECTATIVAS DE APRENDIZAGEM: Compreender que os polímeros são formados por repetições de monômeros, *identificando sua presença nos plásticos e em biomoléculas* (i.e.: carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos)

Reconhecer a importância da Química para a inovação científica e tecnológica nas sociedades modernas, enfatizando suas contribuições nos campos da Biotecnologia, Saúde Humana, Nanotecnologia, desenvolvimento de novos materiais e novas matrizes energéticas (GOIÁS, 2012, p. 378-379 - *grifo nosso*).

Neste contexto, defendemos uma maior apreciação de temas locais no ensino, que integre, por exemplo, a Agricultura e Agropecuária Familiar e o Ensino de Química. A fim de evitar situações fora da realidade dos alunos, assegurando minimamente a ideia de contextualização, mesmo que a passos muito lentos, presentes nestes documentos. Essa realidade é fundamental uma vez que:

[...] A agricultura familiar é constituída por 4,3 milhões de estabelecimentos rurais (ou 84,4% do total nacional) e é responsável por 38% do valor bruto da produção agropecuária, por 74,4% do total das ocupações rurais, e respondem pela maior parte da produção dos principais alimentos da mesa dos brasileiros. E isso ocupando apenas 24,3% da área total dos estabelecimentos do país (DE FRANÇA *et. al*, 2010, p. 3).

E, ainda no caso dos temas geradores doce de leite e queijos para o Ensino de Química, quando se relaciona produção dos pequenos produtores em detrimento dos grandes tem-se que:

Na produção de leite de vaca, os pequenos alcançam 78,6% da produção total, sendo que os médios respondem por 17,1% e os grandes por 4%. No leite de cabra, os pequenos produzem 84,1%, os médios 10,1%, e os grandes 3,3%. Na produção de ovos de galinha, os pequenos estabelecimentos rurais são responsáveis por 77,8%, os médios 17,8% e os grandes por apenas 3,6%. No que se refere à produção de mel, 75,4% é produzido pelos pequenos, 4,9% pelos médios e 1,4% pelos grandes estabelecimentos rurais (JUNIOR, BARBOSA, DE SÁ; 2017, p. 39).

Assegurar tais vinculações contribuiria, ao menos que minimamente, com as situações referidas a seguir nos PCNEM de 2000. As quais, mesmo passados quase duas décadas de sua publicação, vemos ocorrendo no Ensino de Química no país.

Pesquisa recente com jovens de Ensino Médio revelou que estes não vêem nenhuma relação da Química com suas vidas nem com a sociedade, como se o iogurte, os produtos de higiene pessoal e limpeza, os agrotóxicos ou as fibras sintéticas de suas roupas fossem questões de outra esfera de conhecimento, divorciadas da Química que estudam na escola (BRASIL, 2000, p. 79).

Ainda na concepção de currículo apresentada, cognitivamente para o Ensino de Bioquímica, há alguns pontos que merecem destaque. Em primeiro, o conteúdo está inserido no primeiro ano do ensino médio, com uma expectativa de aprendizagem que exige dos alunos compreensões que ainda não possuem, como a exemplo, *identificar as moléculas*; para isso, no mínimo são necessários aos alunos a compreensão de átomos, elementos químicos, ligações químicas e cadeias carbônicas. Entretanto, os alunos da escola pública de Goiás, ainda não iniciaram a disciplina de Química, caracterizando o que diz Chassot (2018) ocorreu a *alfabetização científica* nesta disciplina.

Em segundo, o destaque está na presença deste conteúdo no terceiro ano do Ensino Médio, no componente curricular de Química, com abordagem em um tempo insuficiente; uma vez que é dividido esse conteúdo com a radioatividade. Sendo trabalhado de forma sucinta, sendo, porém, um tema de ampla abrangência nos cursos relacionados à saúde, produção de alimentos e indústrias de medicamentos.

2.2 As contribuições de Michael Apple para um currículo emancipador

Trazendo uma reflexão desta educação e sociedade, buscamos na crítica neomarxista respostas para as principais indagações, quanto à necessidade de meios para um Ensino de Química, de modo em que se conceba uma educação emancipadora. Escolhemos especialmente Michael Apple, uma vez que, nas palavras de Tadeu (2011, p. 49), ele “tem papel importante ao politizar a teorização do currículo”, trazendo assim uma reflexão crítica e política do meio em que o ensino/aprendizagem se insere.

Concebido que o currículo tem um papel ideológico, ou seja, seus idealizadores não são *neutros*, ou isentos das particularidades de interesses de grupos distintos da sociedade (TADEU, 2011), colocamos nos momentos de nossa análise o uso dos temas geradores, como possibilidade de ampliar o entendimento do conteúdo de Bioquímica pelos alunos das escolas públicas, pois:

A dinâmica da sociedade capitalista gira em torno da dominação de classe, da dominação dos que detém o controle da propriedade dos recursos materiais sobre aqueles que possuem apenas sua força de trabalho. Essa característica da organização da economia na sociedade capitalista afeta tudo aquilo que ocorre em outras esferas sociais, como a Educação e a Cultura, por exemplo. Há, pois, uma relação estrutural entre economia e educação entre economia e cultura (TADEU, 2011, p. 45).

Para Apple (2006, p. 35), a educação não é uma “*iniciativa neutra*”, uma vez que se trata de um “*ato político*”, e que na própria essência e natureza da instituição educativa já remete aos interesses de classes e mercado. Professores, agentes fundamentais no processo de ensino-aprendizagem, não teriam como separar atividades educativas das diferentes reações dos sistemas institucionais e das *formas de consciências*, incrustadas em economias altamente industrializadas, como as atuais (APPLE, 2006). Hoje é difícil imaginar a não presença dos grandes meios de produção e suas formas de controle social, por estarem impregnadas nas *formas de consciência* dos indivíduos, as quais se tornam naturais e comuns, sendo muito complexo organizar meios para se romper essa dominação sem precedentes.

Desse modo, Apple (2006, p. 36) analisa o problema da educação e sociedade em uma *questão estrutural*, e sustenta que os princípios de controle social e cultural de uma sociedade apontam e influenciam, diretamente, como se dará a estruturação do conhecimento, em instituições de ensino. Pode-se perceber, de fato, em currículos feitos por listagem de conteúdo: pouco tempo para a execução; falta de recursos, materiais ou insumos para o desempenho de professores e alunos.

Essa questão remete ao que Apple (2006, p. 36 - *aspas do autor*) afirma, quando diz dos tipos de recursos culturais e símbolos que as escolas escolhem - ou, podem escolher – tais estariam “*dialeticamente relacionados aos tipos de consciência normativa e conceitual ‘exigidos’ por uma sociedade estratificada*”, portanto acentuando a estagnação e *reproduzindo aspectos importantes de sua desigualdade*.

O enfoque investigativo nas instituições escolares, para Apple (2006), não se aplicam apenas em nível econômico, uma vez que não esclarecem totalmente os mecanismos de dominação; assim, se deve complementar com uma *orientação cultural e ideológica*, a fim de

se compreender as tensões políticas que são “*mediadas*” nas práticas políticas dos educadores em suas atividades escolares. Desse modo,

O foco, então, deve também estar nas mediações ideológicas e culturais que existem entre as condições materiais de uma sociedade desigual e a formação da consciência de seus indivíduos. Assim, quero aqui voltar minhas relações entre a dominação econômica e a dominação cultural, isto é, ao que aceitamos como dado e que parece produzir “de modo natural” algum dos resultados parcialmente descritos por quem tem se concentrado na economia política da educação (APPLE, 2006, p. 36 - *aspas do autor*).

À medida que aprendemos entender a maneira pela qual a educação atua no setor econômico de uma sociedade, reproduzindo aspectos importantes de sua desigualdade, também aprendemos a desvendar uma segunda esfera em que a escolarização opera. Não apenas a propriedade econômica; há também a propriedade simbólica - capital cultural -, que as escolas preservam e distribuem. Assim, podemos agora começar a entender mais perfeitamente como as instituições de preservação e distribuição cultural, como as escolas, criam e recriam formas de consciência que permitem a manutenção do controle social sem a necessidade de grupos dominantes terem de apelar a mecanismos abertos de dominação (APPLE, 2006, p. 37).

Nesta perspectiva, o currículo é compreendido e modificado se fizermos perguntas fundamentais que apontam diretamente as conexões e relações de poder:

- 1) Como as *formas de* divisão da sociedade afetam o currículo?
- 2) Como a forma como o currículo *processa* o conhecimento e as pessoas contribui, por sua vez, para *reproduzir* aquela divisão?
- 3) Qual conhecimento - *de quem*- é *privilegiado* no currículo?
- 4) Quais os grupos se *beneficiam* e quais os grupos são *prejudicados* pela forma como o currículo está organizado?
- 5) Como se formam *resistências* e *oposições* ao currículo oficial? (TADEU, 2011, p. 49 - *inserção e grifo nosso*).

O que veremos, ao estudar a forma como é concebido o currículo por Apple, é que existe relação direta entre reprodução cultural e reprodução social, não diferente também de Mészáros (2007), que em outras palavras, chega a afirmar essa questão quase que inseparável entre ações sociais e educação. O que remete, então, ao que diz respeito ao currículo, assim como é estruturado, é que há uma intenção pelas quais certos conhecimentos são escolhidos e agrupados no currículo formal. Apple diz isso, ao questionar e estudar o currículo, e Mészáros (2007), a sociedade que o constrói, parece convergir aos mesmos pontos.

Assim, demonstra haver “uma clara conexão entre a forma como a economia está organizada e a forma como o currículo está organizado” (TADEU, 2011, p. 45). Ao refletirmos com base nestes autores, que repensam a proposta de currículo e sociedade, e questionam os currículos existentes, buscamos, desse modo, evitar uma concepção mecanicista e determinista dos vínculos entre produção e educação, pois:

Aquilo que ocorre na educação e no currículo não pode ser simplesmente deduzido do funcionamento da economia. Essa preocupação que leva Apple a reconhecer recorrer ao conceito de hegemonia, tal como formulado por Antônio Gramsci e desenvolvido por Raymond Williams. É o conceito de hegemonia que permite ver o campo social com campo contestado, como um campo onde grupos dominantes se veem obrigados a recorrer a um esforço permanente de convencimento ideológico para manter a sua dominação. É precisamente através desse esforço de convencimento que a dominação Econômica se transforma em hegemonia cultural. *Esse convencimento atinge sua máxima eficácia quando se transforma em senso comum, quando se naturaliza.* O campo natural não é um simples reflexo da economia: ele tem sua própria dinâmica. As estruturas econômicas não são suficientes para garantir a consciência; a consciência precisa ser conquistada em seu próprio campo (TADEU, 2011, p. 46 – *grifo nosso*).

Como se sabe, a sociedade é dividida em dois polos básicos: aqueles que detêm os meios de produção e aqueles que possuem a força de trabalho (BRAVERMAN, 1987; APPLE, 2006; MÉSZÁROS, 2007), o que influencia diretamente as questões de não neutralidade e forma das quais os conhecimentos são selecionados. Assim, para Apple (2006), o currículo e seu conhecimento “não é um corpo neutro, inocente e desinteressado de conhecimentos”; Tadeu (2011) também corrobora essa afirmativa ao afirmar que:

Contrariamente ao que supõe o modelo de Tyler e, por exemplo, o currículo não é organizado através de um processo de seleção que recorre às fontes imparciais da filosofia ou dos valores supostamente consensuais a sociedade. O conhecimento corporificado no currículo é um conhecimento particular. A seleção que constitui o currículo é o resultado de um processo que reflete os interesses particulares das classes e grupos dominantes (TADEU, 2011, p. 46).

Como inferido por Tadeu (2011, p. 46), a análise curricular não se preocupa com a *validade epistemológica* do conhecimento institucionalizado pela lista curricular. Assim, sua proposta não objetiva saber *qual* conhecimento é verdadeiro, mas sim qual conhecimento é *considerado* verdadeiro. Uma vez que existem *formas* pelas quais uns conhecimentos são considerados verdadeiros e outros não. Entretanto, se busca, nesta perspectiva, identificar essas *formas de legitimidade e ilegitimidade*.

[...] As considerações sobre a justiça social são progressivamente despolitizadas e transformadas em problemas supostamente neutros, que podem ser resolvidos pela acumulação de fatos empíricos neutros, os quais quando inseridos em instituições neutras como escolas, poderão ser orientados pela instrumentação neutra dos educadores (APPLE, 2006, p. 42).

Apple (2006, p. 64) afirma que a linguagem da aprendizagem, embora não selecionada por grandes grupos ou manobras psicológicas de linguagem, tendem a ser apolíticas e *anistóricas* (sem o contexto histórico), ocultando assim: “as complexas relações de poder político e econômico de recursos subjacentes à boa parte da organização e da seleção curricular”. Desse modo, Apple (2006) indica que o conhecimento curricular não contém nenhum problema, é imaculado, e se encontra no lugar devido que é a unidade escolar.

A escola busca fazer a desigualdade *se tornar algo natural*, uma vez que distribuem diferentemente os diversos tipos de conhecimento (APPLE, 2006, p. 81), sendo a unidade escolar, agente que contribui com as desigualdades. Estas distribuem elementos normativos, como já mencionado, para fazerem as desigualdades algo natural. “Ensinam um currículo oculto que parece unicamente voltado a manutenção da hegemonia ideológica das classes mais poderosas da sociedade” (APPLE, 2006, p. 81). Com isso, desde cedo, as crianças, nas escolas, têm incutidas em suas mentes: normas, princípios, valores, conceitos e uma ideologia que servirão para manutenção da ordem social vigente (APPLE, 2006).

[...] A estabilidade ideológica e econômica depende, em parte, da internalização, bem no fundo de nossas mentes, dos princípios e das regras do senso comum que governam a ordem social existente. Essa saturação ideológica sem dúvida será mais eficaz se ocorrer cedo na vida de alguém. Nas escolas, isso significa “quanto mais cedo melhor”, em essência a partir do primeiro dia da pré-escola. Os princípios e as regras que são ensinados *darão* significado às situações dos alunos (as escolas são, de fato, organizadas de forma a manter essas definições) e ao mesmo tempo servirão aos interesses econômicos. Ambos os elementos de uma eficaz ideologia estarão presentes (APPLE, 2006, p. 81).

Assim, não é difícil de se perceber o motivo das escolas serem rotuladas de enfadonhas e entediadas, supostamente por causa de uma atitude negligente (APPLE, 2006; CONNELL; 2013). Sendo as mesmas, alvos de programas de educação compensatória, o que é importante, mas não chega ao cerne da questão.

Educação foi trazida para o contexto da assistência social por meio da correlação entre níveis mais baixos de educação, de um lado, e índices de desemprego mais altos e salários mais baixos, de outro. Surgiu a ideia de um “ciclo de pobreza” autoalimentado, no qual baixas aspirações e carências no cuidado com a criança levavam a um baixo rendimento na escola, que por sua vez levava ao fracasso no mercado de trabalho e à pobreza na próxima geração. A educação compensatória foi vista, então, como um meio de romper este ciclo e de interromper a herança da pobreza (CONNELL, 2013, p. 14-15).

Como afirma Connell (2013), o fracasso do acesso igualitário à educação, ao conhecimento, foi transferido das instituições educacionais para as famílias, às quais as escolas serviam. O que acarreta um jogo de transferência de culpa e de assertividade.

[...] O currículo oculto, o ensino tácito de normas e expectativas sociais e econômicas aos alunos não é tão oculto ou “ingênuo” como muitos educadores pensam. Em segundo lugar, ignora a tarefa crucial desempenhada pelas escolas como sendo o conjunto fundamental de instituições nas sociedades industriais avançadas que certificam a competência do adulto. Essa Expectativa tira as escolas de seu ambiente, que é o de uma relação muito maior e mais poderosa com instituições econômicas e políticas que lhes conferem significado. Em outras palavras, assim como tem um papel na maximização da produção de conhecimento tecnológico, as escolas parecem, sem dúvida, fazer o que se espera que façam pelo menos em termos de proporcionar, ainda que não muito bem, disposições e propensões “funcionais” para a vida futura de uma ordem social e econômica complexa e estratificada (APPLE, 2006, p. 82 - *aspas do autor*).

Em Michael Apple (2006), a ideia de negligência não é o que parece; é, na verdade, uma forma de resistência à mudança ou por quê ensina o que se ensina. Sendo assim, pode ser considerado um conceito simplista para abranger tão amplo significado social e econômico. As escolas, em uma sociedade capitalista avançada, têm um papel importante na distribuição de Capital cultural. Elas desempenham um papel crítico, ao dar legitimação a categorias e certas formas de conhecimento (APPLE, 2006). Desse modo, o autor aponta que, o estudo do conhecimento é um estudo ideológico, pois, enquanto alguns idealizadores do currículo pensam: *como organizar o currículo? Ou o que se deve construir como conhecimento? Ou ainda, o que fazer para que os alunos aprendam?* Ainda não chegam ao cerne fundamental para esta sociedade pós-industrial, que tem finalidade de perpetuar o capital, utilizando de todos os meios, como a exemplo, da escola.

Quero defender aqui a ideia de que o problema do conhecimento educacional o que se ensina nas escolas, tem de ser considerado como uma forma de distribuição mais ampla de bens e serviços de uma sociedade. Não é meramente um problema analítico (o que devemos construir como conhecimento?) Nem simplesmente um problema técnico (como organizar e guardar o conhecimento de forma que as crianças possam ter acesso a ele e "dominá-lo"?), nem, finalmente, um problema puramente psicológico (como fazer com que os alunos aprendam x?). Em vez disso, o estudo do conhecimento educacional é um estudo ideológico, a investigação do que determinados grupos sociais e classes, em determinadas instituições e em determinados momentos históricos, consideram como conhecimento legítimo (seja este conhecimento do tipo lógico "que", "como" ou "para"). É, mais do que isso, uma forma de investigação orientada criticamente, no sentido que escolhe concentrar-se em como esse conhecimento, de acordo com sua distribuição das escolas, pode contribuir para um desenvolvimento cognitivo e vocacional que fortaleça ou reforce os arranjos institucionais existentes (em geral problemáticos) na sociedade (APPLE, 2006, p. 83 - aspas do autor).

Como afirmado, o conhecimento educacional é um estudo ideológico. Se trata assim, da investigação plena do que estabelecidos grupos sociais, classes e determinadas instituições, em referidos contextos históricos, consideram como o conhecimento legítimo. Os conhecimentos abertos e ocultos, encontrados nos ambientes escolares; e os princípios de seleção, organização e avaliação desses conhecimentos, são seleções governadas pelo *valor* e oriunda de universos muito mais amplos do que o conhecimento possível e/ou de princípio de seleção.

Para Apple (2006), não podem esses conhecimentos serem aceitos como dados, entretanto, devem *ser problematizados*. Para que assim, possam de fato fazerem-se examinados, com cuidado, todas as questões ideológicas por detrás de tais conhecimentos. Em Química, a exemplo, qual o motivo de se ensinar quase que somente nomenclatura de compostos orgânicos? Desse modo, “o currículo das escolas responde a recursos ideológicos e

culturais que vêm de algum lugar que os representa” (APPLE, 2006, p. 84). Há pontos negativos nestas questões, pois, nem as visões de todos os grupos estão representadas no currículo, não respeitando assim a pluralidade.

Michael Apple (2006) explica porque determinados *significados sociais* se tornam *significados escolares*, tendo grande aceitação por anos, entorno destes conceitos, arraigados pelas ideias de senso comum e preservação de certos valores e privilégios. Especialmente pelo controle social que as unidades escolares, consciente ou inconscientemente, promovem por meio de seu currículo aberto ou oculto. Sabe-se que as questões de conhecimento, tanto aberto quanto oculto, presentes em instituições escolares, implicam noções de poder, de recursos e controle econômico. Neste caso, a escolha dos conhecimentos escolares e o ato de designar ambientes escolares, embora não sejam conscientemente, estas ações são baseadas em pressupostos ideológicos e econômicos que oferecem regras, em nível de senso comum, para o pensamento e ação dos educadores. As atitudes educacionais dos grupos dominantes, na sociedade, ainda carregam o peso histórico e estão edificadas nos mesmos tijolos e argamassa dos próprios prédios escolares (APPLE, 2006, p. 85).

O campo do currículo finca suas raízes no próprio solo do controle social, identificando regularidades da interação humana, o que nem sempre são ruins, pois “não significa” que “o controle social em si e por si mesmo é sempre indesejável” (APPLE, 2006, p. 85). As relações humanas e enquanto instituições tendem a esse aspecto, buscam se manter pela preservação de algumas de suas formas de interação e significados. Historicamente, Michael Apple aponta que o currículo nasce com este sentido de forte controle, seja para preservação de privilégios, interesses e conhecimentos sociais existentes, que ganha formas a garantir o controle especializado e científico da sociedade, de eliminar ou socializar grupos sociais ou éticos indesejáveis ou suas características, consolidando grupos de cidadãos economicamente eficientes, reduzindo o mau ajustamento de seus trabalhadores em seus empregos (APPLE, 2006).

Os interesses sociais e econômicos que serviram como o fundamento sobre o qual a maior parte dos elaboradores de currículos agia não eram neutros; nem eram aleatórios. Eles incorporavam compromissos para com determinadas estruturas econômicas e políticas educacionais as quais, quando postas em prática, contribuíam para a desigualdade. As políticas educacionais e culturais, e a visão de como as comunidades deveriam operar, e de quem deveria ter poder, serviram como mecanismo de controle social. Esses mecanismos fizeram pouco para aumentar a eficácia relativa econômica ou cultural dos grupos de pessoas que, ainda hoje, tem pouco poder (APPLE, 2006, p. 103).

Michael Apple defende que a hegemonia cultural é criada, recriada, estabelecida e conservada pelo campo formal do conhecimento aplicado nas escolas, isso assegura certos padrões estabelecidos socialmente.

[...] Para escola continuar a desempenhar de maneira relativamente sutil seus complexos papéis históricos na *maximização da produção do conhecimento técnico*, e na *socialização dos alunos* dentro da estrutura normativa exigida por nossa sociedade, terá de fazer algo relacionado a ambos os papéis que ajuda a sustentá-los. Terá de tornar legítima uma perspectiva basicamente técnica, uma tensão da consciência que responde ao mundo social e intelectual de *maneira acrítica*. Em outras palavras, a escola precisa fazer *tudo parecer natural*. *Uma sociedade baseada no capital cultural técnico e na acumulação individual capital econômico precisa parecer único mundo possível*. Parte do papel da escola, assim, é contribuir para a distribuição do que os teóricos críticos da escola de Frankfurt poderiam chamar de padrões objetivos-rationais de racionalidade e ação (APPLE, 2006, p. 126 - *grifo nosso*).

A educação é uma prática social, que pode possibilitar a mudança política e socioeconômica dos indivíduos. Entretanto, ainda não cumpre seu papel, pois, muitas vezes, nela não ocorrem mudanças necessárias, apenas reformas, o que é muito característico no Brasil. Em Mészáros (2007, p. 196), “a educação é inconcebível sem a devida transformação do quadro social no qual as práticas educacionais da sociedade devem cumprir suas vitais e historicamente importantes funções de mudança”. Desse modo, apenas, se colocam medidas superficiais para as transformações devidas na educação. Como podemos perceber, diante das relações sociais estabelecidas pelos grupos dominantes, é quase que impossível romper com as desigualdades promovidas e a estagnação social.

Como vimos anteriormente, apontado por Apple (2006), o currículo elaborado pelos estudiosos deste, muitas vezes, vem enviesado pelas possíveis ideologias destes estudiosos, que, em boa parte, podem estar sujeitos a atender as demandas econômicas de certos grupos.

Mészáros (2007, p. 196-197 - *grifo do autor*) parece apontar um possível caminho ao afirmar: “[...] caso não se valorize um determinado modo de reprodução da sociedade como necessário quadro de intercâmbio social, serão admitidos, em nome da *reforma*, apenas alguns ajustes menores em todos os âmbitos incluindo o da educação”. Tal caminho é o da conscientização de que as reformas não mudarão as estruturas estabelecidas, provocando, ainda, as desigualdades que concebemos e conhecemos. Apple (2006), neste estudo sobre o currículo, aponta todo um mecanismo social de sistematização dos conhecimentos, que trazem e apontam para a naturalidade das contradições.

[...] Exige que as instituições, as regras do senso comum e o conhecimento sejam considerados como relativamente pré-dados, neutros e basicamente imutáveis,

porque todos continuam a existir por “consenso”. Assim, o currículo deve enfatizar as afirmações hegemônicas, que ignoram o verdadeiro funcionamento do poder na vida cultural e social e que apontam para a naturalidade da aceitação, para os benefícios institucionais e para uma visão positivista, na qual o conhecimento está divorciado dos reais atores humanos que o criaram. A chave para desvelar isso, acredito, é o tratamento do *conflito* no currículo (APPLE; 2006, p.126 - *grifo do autor*).

Como já sabemos, de tempos em tempos ocorrem mudanças em pequenos detalhes estruturais da educação no Brasil. Especialmente quando se mudam os governos, tanto federais, quanto estaduais e até mesmo municipais. Porém, essas mudanças apontam apenas a pequenos segmentos. Vimos, no item anterior, a estrutura curricular no Brasil, a BNCC, que apesar de buscar mudanças importantes no campo da educação, traz apenas reordenamento dos conteúdos, sem perspectiva nenhuma de mudança social aparente.

As mudanças sob tais limitações, apriorísticas e prejudicadas, são admissíveis apenas com o único e legítimo objetivo de *corrigir* algum detalhe defeituoso da ordem estabelecida, de forma que sejam mantidas intactas as determinações estruturais fundamentais da sociedade como um todo, em conformidade com as exigências inalteráveis da *lógica global*, de um determinado sistema de reprodução (MÉSZÁROS, 2007, p. 197 - *grifo do autor*).

Esse único mundo, aparentemente possível, é repassado aos moldes sociais. Sendo praticamente impossível, a reflexão de outra estrutura social, inclusive mais justa e que valorize a individualidade humana. Entretanto, ao que se parece, a instituição escolar busca romper com as possíveis tendências a diversidade e individualidade, criando grupos cada vez mais homogêneos, como dito anteriormente. Há então os discursos (argumentação) para a legitimação de ideias e aceitação da realidade oculta imposta, mesmo que sem perceber, pelos educadores.

Nesse caso, um aspecto importante, que toma formato na escola culturalmente e ideologicamente, como apontado por Apple (2006), é o caso dela ser dada como “neutra”, isolada de processos políticos e da argumentação ideológica. Quando se manifesta alguma influência da escola, no que diz respeito à criticidade e manifestação política, logo, surgem grupos que apontam para uma “*escola sem partido*”, “*escola neutra*”, escola “*sem doutrinação*”, o que é um tanto ingênuo - por parte destes grupos - uma vez, que por si só, no fato de defenderem uma “*escola sem partido*” há aspectos ideológicos, pelos quais defendem esta posição. Se tornando, assim, mais um discurso para a legitimação de uma ideologia, ou interesse de determinado grupo social.

Michael Apple (2006) aponta a importante contribuição de Philip Jackson (1968), ao conceber a ideia de “*currículo oculto*”. O que pode ajudar a desvelar a relação histórica do que se ensina na escola, e o contexto mais amplo das instituições que as cercam. Currículo

oculto pode ser compreendido como “as normas, e os valores que são implicitamente, mas eficazmente, ensinados nas escolas e sobre os quais o professor não fala nas declarações de metas e objetivos” (APPLE, 2006, p. 127).

Assim, ainda utilizando-se de Apple (2006) para se compreender o currículo oculto de Jackson (1968), pode se dizer que as crianças, de um modo ou de outro, ao confrontar com o professor, seu primeiro “chefe”, precisam lidar com toda uma estrutura existente em sala de aula, como: “o sistema de elogios e poder”, “grande número de alunos” e o tempo de espera, e com “o fato das crianças assim terem de falsear determinados aspectos de seu comportamento para conformar-se ao sistema de recompensas existentes” (notas, elogios, aceitação, direito a fala...) existentes na maior parte das salas de aula (APPLE, 2006, p. 127).

Nesse aspecto, nosso referencial teórico aponta a importância do conflito, para se repensar os valores existentes. “O modo como se lida com ele ajuda a fixar a noção de como aluno sente os meios legítimos de buscar recursos dentro de uma sociedade desigual” (APPLE, 2006, p. 127).

Um dos objetivos deste trabalho é investigar a Bioquímica presente no ensino médio, como o fizemos ao analisar no item anterior o currículo de Química nos documentos oficiais e locais, como no Currículo Referência de Goiás (GOIÁS, 2012). E, a partir disso, mesmo diante de sua importância, nos cursos relacionados à saúde, à produção de alimentos, áreas biológicas e de ensino, diante de tanto conteúdo, ela quase não é ensinada.

No início deste trabalho, vimos como a ciência Química e Bioquímica se consolidaram historicamente diante do contexto de suas épocas, Apple nos traz uma importante contribuição no que diz respeito à consolidação de algumas verdades da ciência por meio do currículo, ao menos de algumas visões. Longe deste trabalho entrar em questões epistemológicas, o que demandaria mais estudo e aprofundamento em epistemólogos desta vasta área. Assim, Apple (2006, p. 151) aponta que a ciência no currículo é escolhida também, uma vez que: “determinadas visões das ciências e da vida social são selecionadas como sendo conhecimento mais legítimo no currículo aberto das escolas, seja nas funções ideológicas da ciência como justificativa para pesquisas e tomadas de decisões conservadoras”.

Podemos indagar, na Química e Bioquímica, o porquê de se utilizar determinada nomenclatura, ou se substitui por outra? Mas o que de fato Apple (2006), traz também a essa discussão e que nos faz importante: a escola é um ambiente favorável para manutenção da reprodução e, muitas vezes, essas instituições possuem uma visão excessivamente técnica e positivista de ciência, sendo supostamente respaldadas por um empirismo científico. Essa

cultura se mantém eficaz porque é levada a cabo por certos grupos "intelectuais", cujo modo de agir legitima conhecimentos que parecem estar sob o viés da neutralidade, embora não estejam. Apontando assim, modos de se “agir adequadamente” ao se trabalhar com as crianças.

A “ciência” desempenha um papel importante, oferecendo os “*princípios mais corretos*” sobre os quais devem haver consenso [...]. Ainda que dessa vez, o *consenso ideológico* esteja menos nas cabeças dos alunos e mais dos intelectuais, como os educadores. Por causa de sua natureza, esse conjunto de “*princípios ideológicos*” tem um *grande impacto* sobre as perspectivas fundamentais que os próprios educadores empregam para ordenar, guiar e dar significado às próprias atividades, sobre os princípios usados para organizar e estruturar o conhecimento e os símbolos que as escolas selecionam e distribuem, pois eles representam o filtro pelo qual o conhecimento e os símbolos são escolhidos e organizados. [...] Parecem auto justificar-se. Tornam-se parte do senso comum (APPLE, 2006, p. 152 - *aspas do autor - grifo nosso*).

Outro ponto importante, no que diz respeito ao ensino da ciência em sala de aula, é que este, não é o mesmo que aquele produzido pelos cientistas. Isso quer dizer que, nos currículos: a ciência pensada, ou seja, existente porque alguém a colocou, é baseada em exames feitos *a posteriori* dos produtos científicos. Assim, as atitudes precisas dos processos científicos são deixadas de lado nos currículos (APPLE, 2006).

A exemplo, não se é mencionado, ao menos nos livros didáticos, e nem no currículo formal, todo o trabalho que teve Henry Perkin (1838-1907) ao desenvolver a anilina, e nem ao menos é citado precisamente, as reações pelas quais ele chegou a tal feito; como também não são mencionados os vastos trabalhos de Lavoisier ao se desenvolver a Química moderna, suas experiências, com o auxílio de vários outros colaboradores e pessoas de outras áreas. Entretanto, de forma direta muitas vezes a ciência impõe o termo “pai da Química” a Lavoisier. Essa lógica na elaboração dos currículos: “está menos baseada numa visão precisa dos processos científicos do que em um exame *à posteriori* dos produtos científicos” (APPLE, 2006, p. 154). Existe então: uma *lógica em uso* versus uma *lógica reconstruída*. Não é difícil pensar que no currículo a lógica presente é a *reconstruída*, ou seja, é aquela originada *a posteriori* dos exames feitos pela ciência, ou ainda, do que dizem sobre a ciência (filósofos, cientistas, observadores da ciência).

Lógica em uso [...] conota o que os cientistas de fato fazem isso *não* é necessariamente a progressão linear de estabelecimento de metas absolutamente claras, de testes e verificação ou falsificação de hipóteses e por meio de análises e estatísticas e de outras análises, assim sucessivamente. Lógica reconstruída com nota o que os observadores, filósofos da ciência e outros dizem a respeito da lógica da investigação científica. Em outras palavras a ciência que temos é baseada no fim, produtos científicos, e não na fonte (APPLE; 2006, p. 154 - *grifo do autor*).

Assim como Tadeu (2011) ao referir o currículo de Bobbitt, que o aponta como tecnocrático, essa inserção da ciência no currículo tem consolidado a tendência, assim como em aferido por Apple (2006, p. 155- aspas do autor): "esse tipo de abordagem vem sendo reconhecida como “tecnológica” pelo fato de buscar usar formas restritas de raciocínio do tipo meios-fins, ou processo-produto, e diz estar interessada, principalmente, na eficiência”. Entretanto, a questão da diversidade humana, ou as particularidades dos indivíduos, são suplantadas pela tendência de homogeneização e eficiência. Há então no ensino, vinculado a esta característica tecnológica, a intenção de propagar o que diz Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), em consolidar um Ensino de Ciência, para formalizar o *senso comum pedagógico*.

[...] Esse tipo de senso comum está marcadamente presente em atividades como: regrinhas e receituários; classificações taxonômicas; valorização excessiva pela repetição sistemática de definições, funções e atribuições de sistemas vivos ou não vivos; questões pobres para prontas as respostas igualmente empobrecidas; uso indiscriminado e acrítico de fórmulas, e contas em exercícios reiterados; tabelas e gráficos desarticulados ou pouco contextualizados relativamente aos fenômenos contemplados; experiências cujo o único objetivo é a verificação da teoria... Enfim, atividades de ensino que só reforçam o distanciamento do uso de modelos e teorias para compreensão dos fenômenos naturais e daqueles oriundos das transformações humanas, além de caracterizar a ciência como um produto acabado e inquestionável: um trabalho didático-pedagógico que favorece a indesejável ciência morta (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 32-33).

Essa ciência, propagada deste modo pelo currículo e não distante a hegemonia consolidada, contribui para sua própria deformação quando nela há ampla valorização de si mesma. Na qual os “intelectuais” que “guardam a ferros” esta ciência buscam “garantir a certeza, a racionalização e a explicitação de aspectos das atividades das pessoas quanto for possível, sejam essas pessoas o pesquisador, o tomador de decisões da área de educação ou o aluno’ (APPLE, 2006, p.155). Em outras palavras, esta proposta de ciência busca controlar sistematicamente os indivíduos, e é claro, não estão livres de interesses e ideologias. Esse interesse busca as “regularidades” do comportamento humano, colocando em oposto as “diferenças individuais” (APPLE; 2006, p. 156 - *aspas do autor*).

István Mészáros aponta a educação, e, seu processo educativo atual, como uma forma de *modelação* do ser humano. Entretanto, sua crítica é mais profunda, apontando que estas modelações deformam a existência verdadeira do homem, uma vez que engessa e enrijece o homem em moldes definidos pelas convenções pré-estabelecidas, próprias das relações hegemônicas. Ainda nesta perspectiva, este mesmo autor traz a reflexão de que a escola e o lar, atualmente, se encerram em *prisões* para o ser humano (MÉSZÁROS, 2007). Assim, se define o homem como sujeito e produto circunstancial e condicionado socialmente

às estruturas construídas, sendo um produto originado das interações sociais, desde o início de sua vida, até a morte.

[...] "*as soluções não podem ser apenas formais: elas devem ser essenciais*". A educação institucionalizada, especialmente nos últimos 150 anos, serviu - no seu todo - ao propósito de não só fornecer os conhecimentos e o pessoal necessário à máquina produtiva em expansão do sistema do capital, como também gerar e transmitir um quadro de valores e *legítima* os interesses dominantes, como se não pudesse haver nenhuma alternativa à gestão da sociedade, seja na forma "internalizada" (isto é, pelos indivíduos devidamente "educados" e aceitos) ou através de uma dominação estrutural e uma subordinação hierárquica e implacavelmente impostas (MÉSZÁROS, 2007, p. 202 – *grifo, parênteses e aspas do autor*).

Em Mézáros (2007), só será capaz, verdadeiramente, de se modificar as estruturas educativas de uma sociedade, a partir do momento em que esta seja concebida de outra forma possível. Como já referido em nosso primeiro capítulo, a sociedade se constitui no modelo econômico capitalista, e este, tem toda uma forma hegemônica e predominante de estruturação e preservação de seu modo de ser. Como apontado por Mézáros (2007), só seria possível uma nova estruturação de uma educação verdadeiramente emancipadora, com uma prática transformadora, a partir do momento em que ocorrer verdadeiramente uma mudança estrutural e radical da sociedade, afetando diretamente o modelo sistêmico e econômico existente.

Entretanto, sempre que se propõe uma educação capaz de transformar verdadeiramente o indivíduo humano, se pensa em que Mézáros (2007), que apontou as chamadas *redenções formais*. Na Perspectiva deste autor, as reformulações formais não adiantaram em nada, para a real mudança estrutural e social e necessária a este mundo, uma vez que não afeta de forma direta *o capital*, cujo princípio de toda a reforma existente entre aqueles que apoiam este sistema está em sua exclusiva manutenção. Sendo assim o capital continua intocável, incontestável, inquestionável e incorrigível (MÉSZÁROS, 2007).

O capital, para este autor, é uma *regra geral*, sendo um princípio hegemônico, do qual ninguém poderia questionar, uma vez que, como o nome diz, ser uma regra geral, assim a "educação serve apenas para corrigir detalhes defeituosos" (MÉSZÁROS, 2007, p. 197). Desse modo, esta prática tem o papel de conformar com a regra geral estabelecida hegemonicamente. E sendo esta impossibilitada, quanto ao questionamento e a legitimação de conflitos que venham a contrapor a ideia fundamental do capital. Apple (2006, p. 173), aponta que esta influência perpetua "tanto pela dominação quanto pela ideologia".

O pensamento de Mézáros (2007, p. 197), é bem lógico quando para argumentar a favor de uma mudança radical e estrutural, nos diz ser "impossível a formulação do ideal

educacional onde se considerasse a hipótese da dominação dos servos, como classe, sobre os senhores da bem estabelecida classe dominante”. Os ideais, como formulações transitórias, rapidamente seriam substituídos por outros que não ferissem a *regra geral* de manutenção do capital.

Assim, como fora dito por Mészáros (2007), o aperfeiçoamento é um tipo de reforma formal, apenas aparente sem corrigir a inquestionável regra geral social. Desse modo, buscam apenas e melhoria, a perfeição e eficiência. Tem-se apenas uma estruturação norteada pela ideologia liberal, buscando atingir metas, objetivos, projetos e programas (APPLE, 2006). No nosso sistema de ensino é comum perceber, também, esta influência direta na busca pela eficiência, atingir metas especialmente no Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), e avaliações externas. Em outras palavras, Apple (2006, p. 176) aponta que as reformas “acabam por prejudicar, e não por ajudar, encobrendo questões fundamentais e conflitos de valores” ao invés de “contribuir para os enfrentamentos de maneira honesta”.

O processo de utilizar nas escolas perspectivas, assim como avaliações e rótulos, que sejam especializados (e “científicos”), clínicos psicológicos e terapêuticos. Essas formas de linguagem e as perspectivas que carregam consigo podem ser interpretadas não como mecanismos liberais de “ajuda”, mas, mais criticamente como mecanismos pelos quais as escolas se engajam no ato de tornar anônimos e de *classificar indivíduos abstratos para as brechas sociais, econômicas e educativas ordenadas*. O processo de rotulação assim, tende a funcionar como *uma forma de controle social*, um sucessor “digno” para aquela longa linha de mecanismos escolares que buscavam homogeneizar a realidade social, eliminar percepções incompatíveis e usar meios supostamente terapêuticos para criar um consenso moral valorativo e intelectual. O fato de que esse processo possa ser mortificante, que o capital cultural de quem detém o poder seja empregado como se fosse natural - assim ampliando tanto consenso falso quanto o controle econômico e cultural -, que resulte na eliminação da diversidade e que, finalmente, ignore a importância do conflito e da surpresa na interação humana, é algo que frequentemente se perde em nosso afã de “ajudar” (APPLE, 2006, p. 176 - *aspas do autor e grifo nosso*).

O currículo e a escola, em Apple (2006), tendem a manter esta estrutura, sem tocar na regra geral estipulada pelo capital, e, com isso, sem atingir valores e princípios hegemônicos e culturais elaborados. Diante destas questões, Apple (2006) e nós também, defendemos a necessária *reflexão crítica*, visto que, a educação tem buscado orientar-se no aperfeiçoamento, da melhoria - apenas para reformar. Apple (2006) indica que este processo é natural, sendo que para nós esta educação parte do modelo de educação liberal. A *reflexão crítica* se torna importante, como o currículo é configurado em uma estrutura social não neutra, faz-se importante aos especialistas do currículo a noção dos efeitos que podem provocar em uma sociedade pelas ideologias empregadas por eles (APPLE; 2006, p. 177). E em um segundo momento, se faz necessário a *reflexão crítica* de modo que a essência da atividade de investigação se baseia em um estilo crítico e reflexivo. Pode se questionar por

que certos currículos aceitam formas de pensamento que não abarcam a complexidade da pesquisa? (APPLE; 2006, p. 177).

O conservadorismo intelectual é em geral coerente com o conservadorismo social. Não se trata de dizer que uma perspectiva crítica seja “simplesmente” importante para esclarecer a estagnação da área do currículo. Muito mais importante é o fato de que devemos encontrar meios para esclarecer as maneiras concretas pelas quais a área sustenta os interesses amplamente conhecidos do controle técnico da atividade humana, a racionalização, a manipulação, a “incorporação” e a burocratização da ação individual e coletiva, e a eliminação do estilo pessoal e da diversidade política. *Esses interesses dominam as sociedades industriais avançadas* e contribui muito tanto para o sofrimento das minorias e das mulheres, como para alienação da juventude, o mal-estar e a falta de sentido do trabalho para grande parte da população. Dessa forma, aumenta a sensação de impotência e o cinismo, que parecem dominar nossa sociedade. Os especialistas em currículo e os educadores *precisam estar cientes* de todas estas situações, ainda que haja pouca análise em profundidade sobre o papel que o pensamento do senso comum desempenha ao fazer com que sejamos relativamente impotente em face desses problemas (APPLE, 2006, p. 178 - *aspas do autor e grifo nosso*).

Esse tipo de currículo é apoiado por especialistas, o *status* de “científico”, é legitimado pela *neutralidade*, e que ignora o apoio dado a *pressuposições e as instituições burocratizadas*, e acabam por negar o direito fundamental da escolha aos indivíduos e grupos de pessoas (APPLE, 2006). Assim, esse mesmo autor infere que a escola dá poucas oportunidades de escolha às crianças que são formadas nestas. Para este autor, a ideia de neutralidade científica é uma ideologia, cujo objetivo principal é a legitimação de certos conhecimentos que interessam a determinados grupos sociais.

De um modo geral, ao procedermos para a socialização do conhecimento de Química e, conseqüentemente, de Bioquímica no Ensino Médio, julgamos prudente nos fundamentarmos em Apple (2006), quando este aponta a importância de se conhecer as formas como o currículo é concebido: não neutro, com ideologias envolvidas, especialmente as ideologias do mercado e do sistema econômico vigente. Aponta-se a questão da sistematização para se garantir o controle social, utilizando da ciência para o processo de estruturação do currículo e legitimação de determinados conhecimentos sobre outros. Como também o uso da rotulação como forma de se buscar a homogeneidade em detrimento da diversidade cultural.

Nesta proposição, Mészáros (2007) é direto e reflete que só será possível uma educação que privilegie todos, quando de fato ocorrer a transformação e a conseqüente mudança de sistema econômico. Caso contrário, estas propostas curriculares, podemos assim analisar, serão apenas reformas, ajustes, que não trarão a emancipação do sujeito. Entretanto, longe do trabalho de resolver este problema estrutural, mas sim trazer luzes para que

possamos combater de forma crítica as características curriculares que defendem os interesses das classes dominantes, em detrimento dos interesses das classes trabalhadoras, que constituem a maioria nesta sociedade. Trataremos no próximo item de aspectos gerais da Bioquímica e seu conhecimento, não neutro, produzido e ensinado nas escolas públicas, especialmente no ensino médio.

2.3 Bioquímica e seus aspectos gerais

A Bioquímica é considerada o ramo das ciências que engloba a Química e a Biologia, e estuda os principais constituintes dos seres vivos, abordando desde moléculas diminutas como a água, até compostos complexos como os polímeros. Sua importância está evidenciada nos diversos cursos que possuem em sua matriz curricular a Bioquímica. Entre os mesmos, no Brasil, com grande valor preferencial e reconhecimento dos alunos estão os cursos na área da saúde como: medicina, farmácia, enfermagem, veterinária, bioquímica; na área das ciências exatas: agronomia, engenharia química, química industrial; e nas áreas da educação, as licenciaturas em biologia, química e ciências naturais.

Assim, como para a Química, e vimos no capítulo anterior, foi no século XVIII que a Bioquímica iniciou seu desenvolvimento, havendo melhor compreensão das contribuições químicas nos seres vivos. Muitas teorias, que até então eram vigentes como o *vitalismo*, apoiada por muitos cientistas da época como Helmont (1580-1644) e Berzelius (1779-1848), foram deixadas de lado pela síntese de Wöhler em 1828 (CHASSOT, 2011). Tal contexto, deu espaço a Bioquímica que propunha estudar os aspectos químicos que envolviam os seres vivos, compreendendo que a matéria viva era totalmente diferente da matéria inanimada (NELSON; COX, 2014).

Lavoisier (1743-1794), um dos precursores da Química moderna, tinha conhecimento que os compostos que formam os seres vivos eram constituídos de carbono, nitrogênio e fósforo. Hoje se sabe que os elementos organógenos que constituem a maioria dos compostos orgânicos e que estão presentes nos seres vivos são: carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo, ambos com número atômico baixo, justificando ligações fortes (NELSON; COX, 2014).

Há ainda outros elementos essenciais à vida como sódio, potássio, cálcio e cloro cujas dosagens diárias consistem em várias gramas, outros que Voet e Voet (2013) e Nelson e Cox (2014) denominam de elementos-traço, com doses diárias pequenas abaixo de gramas, como ferro, manganês, magnésio, vanádio, zinco e outros. Sendo o carbono o mais abundante

seguido pelo hidrogênio, oxigênio e nitrogênio, chegando a totalizar 99% da massa das células (NELSON; COX, 2014).

Nelson e Cox (2014), em seu livro “*Princípios de Bioquímica de Lehninger*”, apontam as principais características dessa área das ciências. Dentre elas: a tentativa de compreender as estruturas e as atividades biológicas em aspectos químicos; e indaga como as extraordinárias propriedades dos seres vivos se originaram de milhares de moléculas diferentes. Este mesmo autor apresenta um dado impressionante: “quando essas moléculas são isoladas e examinadas individualmente, elas seguem todas as leis físicas e químicas que descrevem o comportamento da matéria inanimada” (NELSON; COX, 2014. p. 1). É importante perceber que, na Bioquímica, ainda não se conhecem todos os mecanismos existentes nas estruturas dos seres vivos.

A exemplo, há ainda seres vivos que nem estão catalogados, estimando-se a perda de mais de 1 milhão de espécies por ano pela extinção, como se para cada espécie extinta uma biblioteca se queimasse (MILLER JR; 2007), uma vez que propiciam conhecimentos de mecanismos farmacológicos, biotecnológicos e biológicos selecionados ao longo do tempo durante milhares de anos (Tabela 2). Desse modo, pode-se imaginar a quantidade de conhecimento em mecanismos, processos, propriedades físico-químicas, catalisadores, compostos não descobertos, que estão presentes nas estruturas dos seres vivos.

Tabela 2. Propriedades dos seres vivos relacionadas diretamente à Bioquímica.

1. Grau de organização química e organização microscópica	Milhares de estruturas moleculares compõem os consistentes e rígidos componentes celulares, entre eles longas cadeias de polímeros de estruturas tridimensionais e seletividades únicas.
2. Sistema para extrair e utilizar energia do ambiente	Permitem aos organismos construir e manter suas intrincadas estruturas, assim como realizar trabalho mecânico, químico, osmótico e elétrico, o que neutraliza a tendência de toda a matéria de decair para um estado mais desorganizado, entrando assim em equilíbrio com seu ambiente.
3. Funções definidas para cada um dos componentes e interações reguladas entre eles	A interação entre os componentes químicos de um organismo vivo é dinâmica; mudanças em um componente causam mudanças coordenadas ou compensatórias em outro, com o todo manifestando uma característica além daquelas de suas partes individuais.
4. Mecanismos para sentir e responder às alterações no meio ambiente	Os organismos constantemente se ajustam a essas mudanças por adaptações de sua química interna ou de sua localização no ambiente.
5. Capacidade para se auto replicar e auto montar com precisão	Cada célula contém milhares de moléculas diferentes, muitas extremamente complexas; mas cada bactéria é uma cópia fiel da original, sendo sua construção

6. Capacidade de se alterar ao longo do tempo por evolução gradual

totalmente direcionada a partir da informação contida no material genético da célula original.

Os organismos alteram suas estratégias de vida herdadas, a passos muito pequenos, para sobreviver em circunstâncias novas.

Fonte: Adaptação da inferência de Nelson e Cox (2014, p. 1-2)

Assim, como para Voet e Voet (2013) e para Nelson e Cox (2014) a Bioquímica, que estuda as estruturas químicas e os mecanismos vinculados aos processos dos seres vivos, separa para questões de estudo as moléculas de acordo com alguns compostos bioquímicos: proteínas, lipídios, ácidos nucleicos, vitaminas e carboidratos; analisa também os sais minerais e a água, apesar de não formarem grandes cadeias de moléculas, e não serem constituídos do elemento carbono. Alguns desses compostos bioquímicos, como as proteínas e os carboidratos, são denominados polímeros naturais, que apresentam cadeias constituídas por reações chamadas de polimerização, das quais monômeros (estruturas mínimas) se juntam para a formação dos polímeros. Estes constituem estruturas como a hemoglobina, para o transporte de oxigênio no sangue, formação da madeira através da celulose, bem como o amido armazenado nos órgãos de reserva das plantas e do glicogênio para os animais.

No que diz respeito às proteínas, sabe-se que estas constituem uma grande quantidade de moléculas formadas por aminoácidos. Com longas cadeias e a presença dos grupos carboxila (-COOH) e amina (-NH₂), com estruturas únicas que combinam tanto com ácidos quanto com bases, permitindo a manutenção do equilíbrio ácido-base do sangue e dos tecidos, por exemplo (FONSECA, 2016). Sendo esta quimicamente formadas a partir de reações de polimerização de condensação, com um número grande de aminoácidos, também chamada de ligação peptídica. Biologicamente, desempenham funções no organismo como: transporte de oxigênio; função enzimática, que catalisam reações químicas; contração muscular; formação estrutural das células; constituem hormônios e anticorpos (LINHARES *et al.*, 2016). Sendo estas fundamentais para os seres vivos, pois todas as proteínas constituem alguma estrutura biológica existente como cabelo, pele, músculos, membrana celular, ossos, entre outras (LISBOA *et al.*, 2016).

Os carboidratos, chamados de hidratos de carbono, comumente reconhecidos como açúcares, apesar de nem todo carboidrato ser um açúcar, pois os mesmos podem não ter sabor adocicado, são responsáveis pelas diversas estruturas dos seres vivos: como a celulose presente nas plantas; o glicogênio para os fungos e animais; a quitina para os artrópodes. Desempenham função energética e estrutural, podendo atuar em diversos organismos vivos,

como na constituição do DNA e RNA, os quais são formados pelas moléculas dos açúcares desoxirribose e ribose, respectivamente. De acordo com Coultate (2004) podem ser chamados de poliidroxialdeídos ou poliidroxicetonas, por apresentarem a função álcool (-OH), aldeído (-CHO) e cetona (-CO-) sendo que boa parte de seus compostos, possuem a fórmula empírica $(CH_2O)_n$ no qual n é igual ou maior que três. Até mesmo porque o menor carboidrato é a dihidroxiacetona e o gliceraldeído que não possuem carbono assimétrico.

Estes conceitos, até então explicitados, estão inseridos no conteúdo programático do Estado (GOIÁS, 2012). Contudo, existem objetivos claramente direcionados à produção em larga escala, com interesse não tão oculto para a manutenção e formação de mão-de-obra industrial. Não ocorre nenhuma intenção do currículo em questão, no que diz respeito à Bioquímica, em valorizar práticas voltadas a questões culturais ou próprias do Estado de Goiás. Sendo um currículo enxuto em tempo e denso em conteúdo para aplicação, nem a menção ao potencial farmacológico do Bioma Cerrado é mencionado.

Os Documentos Nacionais, que norteiam o Ensino de Química, apontam sua importância, e também, em alguns casos, os conteúdos programáticos que devem ser ensinados aos alunos do Ensino Médio. Entretanto, tende às práticas tradicionais de ensino. Focalizando a contextualização e a interdisciplinaridade como ferramentas, porém sem nenhuma garantia de aplicação.

As reações orgânicas, tão importantes na Bioquímica, a exemplo, são contempladas com o intencional preparo para o desenvolvimento industrial. Sendo que estes processos escondem, muitas vezes, a triste realidade da degradação ambiental pelo capital.

Em contrapartida, não se verifica em nenhum momento do Currículo de Química (GOIÁS, 2012), a referência a agricultura familiar, tão importante, uma vez que é responsável por 70% da produção de alimentos consumidos no país (MST, 2017), e no que diz respeito ao Estado de Goiás, sendo este o sexto maior produtor de leite do Brasil (IBGE, 2020). Assim, concluímos neste capítulo que o Ensino de Química/Bioquímica de carboidratos está sendo realizado, no que diz respeito ao modo como é colocado no currículo vigente, para os alunos dos anos finais do Ensino Médio, de forma a reproduzir a ordem do capital, como percebemos nas contribuições de Apple (2006) e Mészáros (2007).

Na discussão deste capítulo, o nosso referencial teórico Apple (2006) apontou as principais formas (estruturais, sociais e ideológicas), em que são produzidos os conhecimentos que serão inseridos no currículo regular do Ensino Médio. Essa discussão

permitiu perceber a não neutralidade, uma tendência voltada para interesses dos grupos minoritários e com grande seletividade e enquadramento dos alunos, uma vez que existem muitos conceitos voltados à tendências de mercado e reprodução social hegemônica.

O espaço para uma educação reflexiva, aos moldes de temas geradores, só será possível com a transformação real desta sociedade capitalista, para outra sociedade, na qual o ser humano seja mais valorizado que o capital. E conseqüentemente, isto também faz necessário entrar em uma disputa para o esclarecimento de si mesmo e dos outros, o que demanda tempo, leitura e compromisso com valores humanos como a vida em todas as suas formas de existência.

CAPÍTULO III

3. Temas Geradores: leite, queijos e doces de leite

“A comida (*alimento*) é uma das primeiras expressões da cultura. Muito mais que necessidade de sobrevivência, a produção de alimentos é fruto de processos culturais de construção e reprodução de padrões sociais, econômicos, simbólicos, entre muitos outros, desde os primórdios da humanidade” (IPHAN, 2014, p. 23 - *inserção nossa*).

Neste capítulo, buscamos por meio da literatura, conceituar temas geradores e sua relação com a metodologia proposta por Paulo Freire (1921-1997) e Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), para o Ensino de Ciências. Propomos queijos e doces de leite como temas geradores para o Ensino de Bioquímica. Assim, fizemos o levantamento da Bioquímica presente no leite na fabricação de queijos e do doce de leite.

Com o uso de temas geradores, procuramos tecer uma proposta de produto educacional, na qual houvesse a possibilidade de ensinar a Bioquímica, aliada à prática cotidiana da produção de queijos e doces de leite. Almejando, deste modo, contribuir com a discussão sobre um Ensino de Ciências que gere autonomia e que conceba a realidade do homem como mutável, histórica, crítica, produzida e reproduzida por relações sociais, sendo transmitida desde a cultura, à instituição escolar, pelas suas regras (currículo oculto) ao currículo formal, como conteúdos estabelecidos por grupos de pessoas em sociedade, com interesses em disputa.

3.1 O uso de temas geradores e os momentos pedagógicos

Em Paulo Freire (1921-1997), se encontra a ideia primordial do uso de temas geradores e investigação problematizadora. Na concepção deste teórico de educação libertária, o aluno aprende em construção, juntamente com o professor, em uma interação indissociada da realidade, uma vez que o mundo não existe a não ser como “mundo para nós” (TADEU, 2011, p. 59). No livro “*Pedagogia do Oprimido*”, Freire (1987) destaca as características da educação tradicional, que o autor chama de “Educação Bancária”, e o papel do educador nessa abordagem.

Nela, (*abordagem tradicional*) o educador aparece como seu indiscutível agente, como o seu real sujeito, cuja tarefa indeclinável é “encher” os educandos dos conteúdos de sua narração. Conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram e em cuja visão ganhariam significação. A palavra, nestas dissertações, se esvazia da dimensão concreta que devia ter ou se transforma em palavra oca, em verbosidade alienada e alienante (FREIRE, 1987, p. 37- *inserção nossa*).

O autor de *educação bancária* infere que o que é ensinado deve se fazer sentido e, assim, fazer parte do contexto em que o educando vive. Uma crítica que faz ao modo de ensino tradicional, que não privilegia a vivência dos alunos, diz:

Por isto mesmo é que uma das características desta educação dissertadora é a “sonoridade” da palavra e não sua força transformadora. Quatro vezes quatro, dezesseis; Pará, capital Belém, que o educando fixa, memoriza, repete, sem perceber o que realmente significa quatro vezes quatro. O que verdadeiramente significa capital, na afirmação, Pará, capital Belém. Belém para o Pará e Pará para o Brasil.

A narração, de que o educador é o sujeito, conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado. Mais ainda, a narração os transforma em “vasilhas”, em recipientes a serem “enchidos” pelo educador. Quanto mais vá “enchendo” os recipientes com seus “depósitos”, tanto melhor educador será. Quanto mais se deixem docilmente “encher”, tanto melhores educandos serão (FREIRE, 1987, p.37).

Fora de uma vivência e contexto, não ocorre transformação humana, Freire (1987), aponta até mesmo a perda da identidade humana:

Desta maneira, a educação se torna um ato de depositar, em que os educandos são os depositários e o educador o depositante. Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los.

Margem para serem colecionadores ou fichadores das coisas que arquivam. No fundo, porém, os grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção “bancária” da educação. Arquivados, porque, fora da busca, fora da práxis, os homens não podem ser.

Educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta destorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber. Só existe saber na invenção, na reinvenção, na busca inquieta, impaciente, permanente, que os homens fazem no mundo, com o mundo e com os outros. Busca esperançosa também (FREIRE, 1987, p. 37- *aspas do autor*).

Entretanto, como afirma Delizoicov (2008), e o próprio Freire (1991), este teórico não chega a elucidar uma abordagem direta e metodológica para o campo das ciências e do currículo. Cabe a outros autores, que estão ligados a Paulo Freire, a tarefa de transmutar a perspectiva de educação para a liberdade, para a elevação da consciência dos alunos, de modo a dar mais instrumentos para compreender o mundo em que vivem e transformá-lo. A saber, Delizoicov, Angotti e Pernambuco darão passos nesta “transmutação”. Irão, em momentos diferentes, reler a ideia de Paulo Freire (1921-1997), tentar aplicar a mesma para o currículo e para o Ensino de Ciências.

De acordo com Delizoicov (2008), houve três propostas distintas na perspectiva de Paulo Freire (1921-1997) para o Ensino de Ciências: sendo a primeira de Delizoicov e Angotti, em Guiné-Bissau, no período de 1979 à 1981. A segunda, de Pernambuco, cujo o

projeto era intitulado “Ensino de Ciências a partir de Problemas da Comunidade”, aplicado no estado do Rio Grande do Norte em um município rural e na capital do estado, no período de 1984 à 1987. Ele teve parceria da universidade Federal do Rio Grande do Norte. E a terceira fora implantada na Cidade de São Paulo, com o “Projeto da Interdisciplinaridade via Tema Gerador” de 1989 a 1992, quando Paulo Freire fora secretário de Educação do Estado de São Paulo, com assessoria de Zanetic, Pernambuco e Delizoicov para o Ensino de Ciências.

Neste trabalho, sobre a educação em ciências, na perspectiva de Paulo Freire (1921-1997), Delizoicov (2008) explica com um exemplo, que assuntos podem ser considerados temas geradores:

El fenómeno de la seca, que sucede en larga escala en el nordeste brasileño, región natal de Paulo Freire, es un ejemplo de tema generador, entre otros, para la población de esta región de Brasil, ya que el problema de la seca es crucial para el desarrollo económico de la región, con consecuencias directas en el modo de vida de las personas. Los modelos explicativos de los campesinos para este fenómeno tienen un perfil que oscila entre el realismo ingenuo y el misticismo religioso (DELIZOICOV, 2008, p. 38).

A contribuição de Freire (1921-1997) é importante para a nossa perspectiva pois, como infere Tadeu (2011, p. 57 – *aspas do autor*), o seu “esforço consiste em responder à questão curricular fundamental: ‘o que ensinar?’”. E sua “preocupação epistemológica fundamental: ‘o que significa conhecer?’”. Sua análise tem cunho filosófico, faz pensar a estrutura de um currículo que se organiza a partir de vivências cotidianas dos alunos; isso é muito desafiador, especialmente em nosso país, de cunho continental.

A prática *Freireana* muda muito as estruturas do ensino atual pois, vai contra as tendências dominantes, uma vez que valoriza saberes dos quais os alunos estão imersos em seu dia-a-dia, e que são diretamente antagônicos aos conhecimentos legitimados. É muito desafiadora tal prática, como diz Freire (1987), pois seria ingênuo que tal perspectiva fosse adotada por pessoas que dominam as outras, pois, apenas seriam reformas no sistema desajustado. Tal prática educativa nesse sentido deveria ser inserida em grupos dos quais ainda não teria consciência da dominação. Esta reflexão como afirma o referido autor, seria fundamental para a transformação desejada. Assim para nosso entendimento

Temas originan el abordaje de conceptos científicos: la lógica de la programación de los contenidos se quiebra ya que el abordaje temático no sólo introduce estructuralmente otras variantes, sino que también dirige la selección de la conceptualización científica que será abordada. Así, aún cuando los conocimientos científicos se mantengan como uno de los ejes de la estructura del programa de enseñanza, *los temas generadores son el punto de partida* de la elaboración del programa y del planeamiento. *Es diferente de una programación que tiene como base el abordaje conceptual*, o sea, que se origina tomando como referencia exclusiva la estructura conceptual de las ciencias. Esta característica ha exigido

desafios tanto teóricos como práticos en el planeamiento de la formación continua de profesores (DELIZOICOV, 2008, p. 43-44 – *grifo nosso*).

Para esse trabalho adotamos o conceito de temas geradores por acreditar que uma educação transformadora passa pela conscientização dos homens sobre as condições de vida em que estão imersos. Então entendemos que:

Os temas geradores são, portanto, estratégias metodológicas de um processo de conscientização da realidade opressora vivida nas sociedades desiguais; são o ponto de partida para o processo de construção da descoberta, e, por emergir do saber popular, os temas geradores são extraídos da prática de vida dos educandos, substituindo os conteúdos tradicionais e buscados através da pesquisa do universo dos educandos (TOZONI-REIS, 2006; p. 93-94).

Os temas geradores devem partir do cotidiano dos alunos e promover a libertação destes através da reflexão e *práxis* (FREIRE, 1987). No contrário, uma vez que o ser humano tem a vocação de *ser mais*, e quando não tem conhecimento desta realidade – pela reflexão -, e sendo este de condição oprimida, acaba por em sonhar em ser um opressor pior do que o seu (FREIRE, 1987). Esses e outros pontos indicam a profundidade existencial que Paulo Freire infunde em sua pedagogia libertária. Dessa maneira, sugerimos integrar o Ensino de Química, e neste a Bioquímica por meio de práticas cotidianas, e dentre este contexto com o uso de temas geradores.

Os temas geradores são temas que servem ao processo de codificação-decodificação e problematização da situação. Eles permitem concretizar, metodologicamente, o esforço de compreensão da realidade vivida para alcançar um nível mais crítico de conhecimento dessa realidade, pela experiência da reflexão coletiva da prática social real. Esse é o caminho metodológico: o trabalho educativo dispensa, pois, um programa pronto e as atividades tradicionais de escrita e leitura, mecanicamente executadas. A avaliação é um processo coletivo cujo foco não é o “rendimento” individual, mas o próprio processo de conscientização. O diálogo é, portanto, o método básico, realizado pelos temas geradores de forma radicalmente democrática e participativa. Para a pedagogia libertadora, a forma de trabalho educativo é o grupo de discussão, que conduz o processo educativo buscando os conteúdos problematizadores, realizando as discussões, compartilhando as descobertas, definindo as atividades e os temas geradores como ponto de partida para a decodificação das sílabas e, principalmente, a decodificação do mundo social, histórico, político e cultural onde vivem os oprimidos nas sociedades desiguais (TOZONI-REIS, 2006, p. 104).

Em outras palavras podemos dizer que os temas geradores são *objetos de conhecimento* a ser compreendidos no processo educativo (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009), tem uma característica interessante quanto a composição curricular, estes temas geradores são estruturados em três etapas chamadas *momentos pedagógicos* a saber: *problematização inicial*, *organização do conhecimento* e aplicação do conhecimento.

A *problematização inicial* consiste em levantar problemas cotidianos dos alunos, de modo que este participe ativamente do processo, o que faz com que a aprendizagem se torne

eficaz, uma vez que a mesma é um ato de permissividade tanto de quem ensina como quem aprende. O aluno e o professor aprendem no processo, questões vivenciais ou outras que quase nunca pensadas por algum grupo hegemônico são colocadas para o debate. Dentre estes pontos estão os que Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009), chamaram de *problematização inicial*, que consiste em conflitar a partir da vivência dos alunos, questões que darão origem a produção do conhecimento que se pretende.

Apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exigiam, para interpretá-las, a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas. Organiza-se esse momento de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações. Inicialmente, a descrição feita por eles prevalece, para o professor poder ir conhecendo o que pensam. A meta é problematizar o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral, com base em poucas questões propostas relativas ao tema e às situações significativas, questões inicialmente discutidas num *pequeno grupo*, para em seguida serem exploradas as disposições dos *vários grupos* com toda a classe no grande grupo. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 200 - *grifos dos autores*).

O ponto culminante dessa problematização é fazer que o aluno sinta necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão com *problema* que precisa ser enfrentado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 200 - *grifo dos autores*).

Refletindo sobre essa possibilidade alvitramos que esta *problematização inicial* pode ser amplamente aprimorada, uma vez que se possuem muitos meios de trazer para a sala de aula o tema proposto, especialmente pelos recursos de tecnologia, podendo ser dado por meio de entrevistas com o público, a nosso exemplo pessoas que fazem o fabrico do doce ou do queijo, o aluno pode levar o morador/produzidor até a unidade escolar, uma vez que tal temática é do convívio do mesmo, e não é algo mirabolante de ser feito. O aluno é o sujeito de sua aprendizagem, ele pode gravar o processo de fabricação, levantar questões problemáticas em torno do tema, fotografar o fabrico, pesquisar sobre o assunto, fazer um levantamento no bairro da quantidade de pessoas que trabalham com a temática, enfim as possibilidades são diversas.

Essa problematização, este conflito é importante uma vez que nas palavras de Apple (2006, p. 141) “ele executa a tarefa considerável de apontar as áreas que precisam de retificações”. Também é importante, pois de uma maneira ou de outra, traz “à consciência as regras mais básicas que governam a atividade em particular”, sobre a qual existem conflitos, “mas que estavam ocultos”. O que ao nosso ver permite a transformação e a organização do conhecimento que pretendemos construir.

A segunda etapa consiste na *organização do conhecimento*, em que o professor aponta e seleciona quais conceitos diante do tema devem ser trabalhados para se chegar aos conhecimentos desejados. Essa etapa consiste na organização propriamente do conhecimento pelo professor, o qual já conhece a matéria, e que usa dos conceitos apontados pelos alunos durante a *problematização inicial* como base para formação do conhecimento científico. Neste caso busca-se assegurar o que o senso comum dos alunos seja trabalhado e reordenado em conhecimento científico. A relação contra hegemônica¹⁴ que se estabelece nesse caso que nós podemos inferir, ocorre ao valorizar aspectos culturais que antes não eram valorizados, uma vez que o professor conhece e respeita a individualidade do educando.

No segundo momento ocorre a *organização do conhecimento*:

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para a compreensão científica das situações problematizadas. É neste momento que a resolução de problemas e exercícios, tais como os propostos em livros didáticos, pode desempenhar sua função formativa na apropriação de conhecimentos específicos. No entanto, conforme se tem destacado, esse é apenas um dos aspectos da problematização necessária para formação do aluno (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 201).

Em nossa proposta para o doce de leite e o queijo como temas geradores para o ensino da Química, consideramos que o aluno trouxe a problemática inicial de como é produzido, fabricado estes produtos em sua região, e os professores por sua vez, que conhece os processos bioquímicos envolvidos em tais situações *organizem o conhecimento*. Propomos nessa parte dos momentos pedagógicos, realizar experimentações, caracterizar os fenômenos bioquímicos, como também apresentar certos conceitos que são fundamentais para seu

¹⁴ Hegemônica – A definição desse que usamos neste trabalho parte do que diz Raymond Williams *apud* (APPLE, 2006, p. 39) – [...] é todo um conjunto de práticas e expectativas, nossa energia empregada em diferentes tarefas, nossa compreensão comum do homem e de seu mundo. É um conjunto de significados e valores que, quando experimentados como práticas, parecem confirmar-se reciprocamente. Ela assim constitui um sentido de realidade para a maior parte das pessoas na sociedade, um sentido de ser absoluta porque experimentada [como uma] realidade a que a maior parte dos membros de uma sociedade dificilmente conseguirá ir além. [...] Só podemos entender uma cultura dominante e de fato existente se entendermos o real processo do qual ela depende; o processo de incorporação. Os modos de incorporação são de grande significação e, além disso, têm significação econômica considerável em nosso tipo de sociedade. As instituições de ensino são geralmente os principais agentes de transmissão de uma cultura dominante eficaz e representam agora uma atividade importante tanto economicamente quanto culturalmente. São, na verdade, as duas coisas ao mesmo tempo. Além disso, em nível filosófico, no verdadeiro nível da teoria e no nível histórico de várias práticas há um processo que chamo de tradição seletiva: aquele que, nos termos de uma cultura efetivamente dominante, é sempre passado como “a tradição”, o passado significativo. Entretanto a questão é sempre a seletividade; a maneira pela qual de toda uma área possível do passado e do presente, somente determinados significados e práticas são escolhidos para ênfase, enquanto outros significados e práticas são negados e excluídos. Mais crucialmente ainda: alguns desses significados são reinterpretados, diluídos, ou postos sob forma que sustentam ou pelo menos não contradizem outros elementos da cultura efetivamente dominante.

aprendizado: características dos grupos bioquímicos, isomeria, ciclização dos carboidratos, grupos funcionais entre outros. No que diz respeito à *aplicação do conhecimento*, terceira e última parte dos momentos pedagógicos:

A meta pretendida com este momento é muito mais que capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante, e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais, do que simplesmente encontrar uma solução, ao empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas ou resolver qualquer outro tipo de problema típico dos livros-textos. [...]

É um uso articulado da estrutura do conhecimento científico com as situações significativas, envolvidas nos temas, para melhor entendê-las, uma vez que essa é uma das metas a ser atingidas com o processo de ensino/aprendizagem das Ciências. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisa ser explorado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009, p. 202).

Como diz os autores em tela, nesse processo “requer um procedimento análogo ao da problematização do conhecimento”. Essa é a etapa final, e é basicamente o momento avaliativo dessa *aplicação do conhecimento*. Espera-se que o aluno por meio da generalização consiga desenvolver conceitos científicos semelhantes aos empregados anteriormente. Os modos que podemos trabalhar essa averiguação e aplicação do conhecimento são diversos. Afirmamos ser possível esse trabalho por meio de conscientização, elaboração de cartazes ou resolução de conflitos cotidianos - diante de um problema levantado pelos alunos no qual a uma possível solução - desde que se objetive neste aspecto que o aluno consiga então integrar o conhecimento que ele tinha com conhecimento científico.

Isso é o que pretendemos com este trabalho, pois o envolvimento e desenvolvimento do aluno com o tema gerador deve capacitá-lo para o aprendizado dos conceitos de Química. O que para nós é o fundamento primordial, e que alicerce neste aluno a sua autonomia, bem como a sua capacidade de mudar e questionar a realidade existente.

Para se trabalhar na proposta dos temas geradores, se faz necessário, por parte do professor (DELIZOICOV, 2008), domínio dos conteúdos propostos para não ocorrerem possíveis desvios nas propostas (DE-SOUZA, 2015)¹⁵, a organização do tempo, elaboração prévia de questões norteadoras são fundamentais para não se fugir da temática, entre outros. Propõe-se que seja considerado previamente, o conhecimento que em boa parte das vezes vem

¹⁵ (DE-SOUZA, 2015) – A conclusão destes autores durante a pesquisa com módulos temáticos na perspectiva de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Trabalho não publicado, de DE-SOUZA, Paulo Henrique. Módulo temático no ensino de Química: desafios e contribuições na formação docente [manuscrito]. Inhumas, 2015. 38 f. Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Instituto Federal de Goiás, Campus Inhumas, Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, 2015.

do *senso comum* dos alunos, para daí se nortear as propostas do conhecimento (DELIZOICOV, 2008; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009; DE-SOUZA, 2015). Para que possa assim, focalizar corretamente a proposta como se pretende.

Nos próximos itens, buscamos trazer a luz a Bioquímica presente no leite, na fabricação dos queijos e doces de leite, de modo que possa se contextualizar o conhecimento científico e a realidade presente nestes processos.

3.2 Química e Bioquímica do leite

O leite é a matéria-prima para a fabricação dos doces de leites e dos queijos, compreendê-lo é fundamental para os estudos nesta temática proposta. Os mamíferos, principalmente os recém-nascidos, até certo tempo tem como único alimento o leite. Os seres humanos no que lhes concernem, adaptando a natureza a si, e utilizando de seus recursos, mesmo sendo produtores do seu próprio leite, ou seja, sendo mamíferos, com a domesticação dos animais passou a utilizar o leite destes, tornando este alimento, parte de sua dieta devido a seu considerável aspecto nutritivo (COULTATE, 2004; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; SWAISGOOD, 2010).

O leite mais consumido na maioria dos países especialmente os ocidentais e nesse caso, o Brasil, é o leite de vaca (*Bos taurus*). O consumo do leite de cabra (*Capra hircus*), também é comum. Mas, centraremos neste trabalho na biossíntese, na Química e Bioquímica do leite bovino, uma vez que este desempenha papel importante na economia do Estado de Goiás, sendo apenas este ano o sexto maior produtor de leite entre os estados da federação (IBGE, 2020), cujo seus produtos processados queijos e doces de leite, serão os temas geradores da aprendizagem vinculados a práticas cotidianas.

Para o melhor aproveitamento do leite é costume desde a antiguidade fazer seu processamento, que consiste em aumentar a sua durabilidade e validade. Os principais processamentos para o leite são na forma de: queijos, iogurtes, leite em pó, leite condensado, manteiga de leite, sobremesas geladas, e no caso dos países latinos o doce de leite.

Com relação à sua origem biológica (biossíntese) existem alguns pontos importantes a serem considerados. O leite é oriundo das glândulas mamárias dos mamíferos, estas por sua vez, só por agora vem sendo feito um estudo aprofundado das mesmas, entretanto o leite em si, é melhor estudado do que as próprias glândulas mamárias dos mamíferos (SWAISGOOD, 2010), isso ocorre devido à importância econômica dos produtos lácteos.

Para Swaisgood (2010), autor do capítulo: “*Características do leite*” em um dos livros mais conceituados na área de alimentos: “*Química de Alimentos de Fennema*”, afirma que certos tempos atrás alguns autores haviam pensado que a criação de animais, a pecuária a exemplo, desapareceria com o passar do tempo, à medida, que a população humana aumentasse juntamente com a competição por grãos no que consiste a alimentação humana e animal. Todavia, a presença do rúmen no sistema digestivo dos ruminantes, permite a estes executar uma função que nenhum ser humano, pode executar: a síntese de nutrientes a partir da celulose bruta, da fibra de plantas e de forma simples de nitrogênio com ureia (SWAISGOOD, 2010).

Esse dado é muito interessante, uma vez que os seres humanos, como outros mamíferos, também dependem diretamente da digestão como forma de nutrição, e são incapazes de digerir fibras. Assim os ruminantes se tornam peça fundamental na produção de alimentos de alta qualidade, a partir de nutrientes que seriam inviáveis a espécie humana (SWAISGOOD, 2010).

O leite, originado no tecido secretório, é coletado em dutos ductos que aumentam de tamanho à medida que se aproxima da área do úbere. A menor e mais completa fábrica de leite, que inclui a área de armazenamento, é o alvéolo. Trata-se de um micro órgão quase esférico, que consiste em um espaço central de armazenamento (o lúmen) envolto por uma camada única de células epiteliais secretoras, que está conectada a um sistema de ductos. Essas células são direcionadas de modo que a extremidade apical, com sua membrana diferenciada, é posicionada próximo ao lúmen e a extremidade basal é separada do sangue e da linfa por uma membrana basal. Em consequência disso ocorre o fluxo direcionado de metabólitos através da célula, sendo que os precursores dos componentes do leite entram, a partir do sangue, pela membrana basolateral. Os componentes básicos do leite são sintetizados nas linhas de produção do retículo endoplasmático, o qual é suprido com energia pelo metabolismo oxidativo das mitocôndrias. Os componentes são então empacotados em vesículas secretoras pelo aparelho de Golgi, ou como gotículas lipídicas, no citoplasma. Ao final, as vesículas e as gotículas lipídicas passam pela membrana plasmática apical, sendo armazenadas no lúmen. A camada de células epiteliais secretoras que envolvem o lúmen do alvéolo é rodeada, por sua vez, por uma camada de células mioepiteliais e capilares sanguíneos. Quando a oxitocina, um hormônio pituitário que circula o sangue, liga-se às células mioepiteliais, alvéolo contrai expelindo o leite armazenado no lúmen para o sistema de ductos (SWAISGOOD, 2010, p. 690).

Na biossíntese do leite, cada organela, desempenha uma função crucial. A exemplo: os ribossomos efetuam síntese proteica, e estão na sua forma livre imersas no citoplasma celular ou aderidos aos retículos endoplasmáticos (SWAISGOOD, 2010). Nas vesículas de Golgi, impermeáveis a lactose, são onde aparecem pela primeira vez, as micelas de caseínas - importantes proteínas presentes no leite. Nesse sentido os principais constituintes do leite, são produzidos em estruturas diferentes, e no momento da produção, eles estão separados e posteriormente se juntarão para formar este composto esculento (SWAISGOOD; 2010).

Ao se mencionar aspectos bioquímicos, sabe-se por ser muito nutritivo, o leite se apresenta como uma mistura complexa de vários componentes químicos: lipídios, proteínas, carboidratos, vitaminas e sais minerais (COULTATE, 2004; PERRY, 2004; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; SWAISGOOD, 2010). Ocorrência que é de se esperar, uma vez que exerce o papel fundamental como única fonte de alimentação para os mamíferos em suas fases iniciais de desenvolvimento. Swaisgood (2010) aponta uma importante contribuição no que se refere ao estudo do leite nas raças bovinas ocidentais, alguns componentes básicos como a água em uma porcentagem média de 86,6%, lipídios 4,1%, proteínas 3,6%, lactose 5,0% e cinzas 0,7%, sendo que essa composição pode ser diferenciada pela raça e dieta do animal (COULTATE, 2004; SWAISGOOD, 2010). A ação do mercado é interessante, para não dizer brutal, nesse aspecto vem desenvolvendo “melhoramento” genético, e “capacitando” profissionais para o trabalho com os bovinos, se comprometendo apenas em coisificar os indivíduos e animais envolvidos.

As células epiteliais mamárias são muito importantes uma vez que nestas mesmas são sintetizadas as caseínas, a β -lactoglobulina e a α -lactoalbumina (COULTATE, 2004; SWAISGOOD, 2010). Assim as características do leite e seus constituintes deve-se a uma sequência de mecanismos de síntese e secreção, como afirmados neste referido trabalho (SWAISGOOD, 2010).

A Suíça tem grande importância na aplicação das tecnologias de alimento vinculados aos produtos lácteos. Em 1865, Henry Nestlé, depois de exaustivas pesquisas, fundou em Vevey, o primeiro estabelecimento de processamento de farinha láctea. Este foi um episódio notório para indústria Química, e para alimentação humana, uma vez que o processo consiste em desidratar o leite (ORNELLAS, 2000; DAS NEVES E FARIAS, 2011). Sabe-se que a partir de 1900 foram produzidos os leites em pó, em escala Industrial modificando a pediatria mundial e reduzindo a mortalidade infantil (ORNELLAS, 2000).

3.3 A história e Bioquímica do queijo

Desde a antiguidade o homem trabalha e utiliza do leite como alimento nutritivo e saudável para sua existência, sabemos que a conservação dos alimentos nem sempre foi tarefa fácil, mas era necessária especialmente em regiões onde o clima modifica drasticamente, com períodos de abundância e outros com poucos recursos disponíveis. Fazia-se fundamental para manutenção da vida das comunidades em questão conservar os alimentos. Esta questão foi

alvo da ciência primitiva de muitos povos, temos a exemplo, a *liofilização*¹⁶ estabelecida pelos grupos andinos (comunidades indígenas andinas), a fabricação do *polvilho*¹⁷ pelas comunidades indígenas brasileiras, a fermentação de bebidas alcoólicas no oriente médio e Europa, a produção de conservas, de enlatados e embutidos nos países europeus, bem como a fabricação do doce de leite e do queijo a fim de conservar por maior tempo o leite produzido em períodos sazonais em que a demanda produtiva era maior do que a consumida, típico dos países sul americanos especialmente o Brasil (IPHAN, 2014).

Essa conservação de produtos agrícolas constituiu a base Cultural de certas comunidades, configurando assim a sua identidade local. Defendemos desse modo, que valorizar essas questões é dar autonomia ao ser humano e dizer que sua cultura apesar de não ser hegemônica, é fundamental também para manutenção de sua existência. Nós focamos neste trabalho em resgatar esses aspectos culturais, valorizando o saber científico, político, escolar, inerentes à essas práticas cotidianas das populações cuja resistência depende dessas formas tradicionais de trabalho. Percebemos culturalmente e para alguns, que esta categoria de trabalho acarreta um certo tipo de preconceito, que diminui e reduz, inferioriza certos grupos sociais (APPLE, 2006), pretendemos então nesta laboração abrir novos saberes ou consolidar conhecimentos já existentes.

Pensamos assim que o doce de leite e queijo podem favorecer o resgate para muita das populações, de saberes fundamentais às suas práticas educativas vinculadas ao conhecimento que é produzido pela ciência e, seu conhecimento tácito, nesse caso de certas comunidades que aprenderam técnicas, culturalmente estabelecidas e que dependem economicamente muitas vezes, desta lida.

No que se refere ao estudo do processamento do queijo e a Bioquímica envolvida, usaremos para trazer a luz esta problemática principalmente os estudos de Ordóñez *et al.*, (2005), cujo trabalho é dedicado à *produção e tecnologia de alimentos*. Também utilizaremos outros.

¹⁶ *Liofilização* - Técnica descoberta pelos indígenas andinos que consiste em sublimar, resfriar e desidratar o alimento, evitando a perda de componentes fundamentais responsáveis pelo odor e sabor, sendo historicamente possível de modo natural nos países andinos, com a exemplo, o processamento do *chuño* (papa liofilizada) e do *charqui* (carne de lhama) datado à 200 a. C por estes povos. Este conhecimento fora apropriado pela Química como um método eficaz de conservação dos alimentos. Cf. (RAMÍRES-NAVAS, 2006).

¹⁷ *Polvilho* - é um subproduto de coloração branca, derivado da mandioca (*Manihot esculenta*) utilizado para o preparo de alimentos, cujo modo de fabricação fora desenvolvido culturalmente pelos indígenas brasileiros e envolve muitos processos químicos de separação de mistura, como: moagem, decantação, prensagem, filtração e secagem. Cf. (FARIAS; DAS NEVES; SILVA, 2010)

Não se sabe ao certo quando o homem iniciou o processo de fabricação de queijos, para Ordóñez *et al.*, (2005) tal fato tem suas origens provavelmente nos vales férteis do Rio Tigres e Eufrates, há cerca de oito mil anos. Esse mesmo autor contribui também ao afirmar que os registros mais antigos relacionados ao leite bovino datam a 4000 anos a. C. e os Babilônios datam o uso do leite a 2000 antes de Cristo nos hinos védicos.

Há relatos de consumo de leite solidificado datando de 7.000 anos a.C. e achados arqueológicos revelam a existência de queijos feitos a partir de leite de vaca e de cabra 6.000 anos a.C.. Murais em tumbas egípcias mostram cenas de fabricação de queijo no Antigo Egito e a Bíblia cita este produto em mais de uma passagem do Velho Testamento. Nos escritos de Aristóteles há referência a queijos feitos de leite de égua e jumenta (PERRY, 2004, p. 293).

Especula-se assim que o processo de descoberta do queijo provavelmente tenha sido dado por aqueles povos que costumavam guardar o leite em recipientes feitos com estômago de ruminantes - provavelmente devido que no abomaso há a *quimosina*, princípio ativo da coagulação – assim, no leite horas depois ocorria a coagulação, e se o seu soro fosse drenado restava uma massa compacta que poderia ser consumida fresca ou armazenada para consumo dias depois (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). Perry (2004) cita uma lenda muito antiga de um nômade árabe levando tâmaras secas, e em seu cantil de estômago seco de carneiro com um pouco de leite que teria fermentado se solidificado formado o queijo.

No Brasil há uma característica muito interessante. Sabe-se que os povos nativos não consumiam este produto, lhes era estranho o consumo de leite (ORNELLAS, 2000). Não é difícil de se compreender uma vez que poucos os animais, foram domesticados pelos indígenas brasileiros, especialmente mamíferos. Entretanto com a chegada dos portugueses, e a introdução de bovinos, especialmente na capitania de São Vicente, esse processo mudou drasticamente e houve uma miscigenação de culturas e dentro desta, a culinária.

O Brasil se consolida com uma culinária, praticamente, única no mundo, e sendo diversa e vasta em várias regiões. Podemos dizer que essa culinária, imersa principalmente na pecuária, e na economia da cana-de-açúcar, modificou a história deste país. Como já mencionado anteriormente, guerras foram travadas, devido o controle desses produtos econômicos, oriundos da terra, e com propriedades químicas praticamente únicas.

Sabe-se que a pecuária foi fundamental para a introdução da cultura europeia no interior brasileiro e exercer dominação entre os povos. A cana-de-açúcar também exerceu um papel primordial na enculturação europeia, indígena e africana, essa última, infelizmente pela escravização. Este país se constitui único, basicamente devido a estas questões que são complexas e particulares desse povo.

Serro, Canastra, Serra do Salitre, Alto Paranaíba, Araxá, Serras do Sul de Minas, Campo das Vertentes são microrregiões onde se desenvolvem e se estabelecem, em dinâmica tradição, os modos de fazer de um queijo reconhecido mundialmente como “Artesanal tipo Minas”. É o queijo elaborado a partir de leite cru, como produto de uma tradição familiar e de uma economia local que o associa à atividade fundamental da fazenda mineira típica (IPHAN, 2014, p. 13).

O queijo é uma boa forma de conservação do leite, alimento consideravelmente perecível (PERRY, 2004; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). No Brasil devido à colonização portuguesa e a expansão da pecuária juntamente com a dificuldade de escoamento da produção, houve a necessidade de aproveitar melhor o leite, fazendo-se por meio da produção de queijos outros derivados do leite como os doces, especialmente nos estados de Minas Gerais e São Paulo (IPHAN, 2014).

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) lançou no ano de 2014 uma cartilha da coleção *Dossiê IPHAN*, intitulada: “*Modo Artesanal de Fazer Queijo de Minas*” sendo abordado como patrimônio imaterial o modo de fabricar queijos minas frescal. Nela se destaca alguns pontos que é de grande contribuição para este trabalho: o aspecto cultural, a sociabilidade que o queijo traz, suas principais tradições de fabricação e sua relação com o modo de produção típico de Goiás.

A valorização da fabricação de Queijos artesanais pode se enquadrar no movimento nascido em 1989, “*Slow Food*” que busca promover a biodiversidade e a diversidade cultural, contrapondo diretamente aos interesses capitalistas das grandes indústrias das comidas prontas e em larga escala os “*Fast Food*” (IPHAN, 2014, p. 25). Esta mesma instituição aponta que desde o ano 2000, o “*Slow Food*”, promove campanhas em defesa dos queijos de leite cru e produtores, frente a leis higiênicas-sanitárias e tecnicistas.

O queijo ao modo que é produzido em Minas Gerais e em Goiás utiliza-se do leite cru, que contém grande diversidade de microrganismos, alguns inofensivos ao homem e outros patogênicos. Por não ocorrer pasteurização do leite no modo de produção típico, em caso de existência de agentes patogênicos, ocorre a passagem direta destes para a massa do queijo, constituída em boa parte de caseínas. Pesquisas apontam que há aspectos positivos do uso do leite cru, uma vez que o sabor, odor e aspecto visual, estão diretamente relacionados a microflora das bactérias lácticas (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). O IPHAN (2014), ao defender o modo de fazer queijo na região do Serro, Serra da Canastra, Serra do Salitre e Alto Paranaíba, ambas as regiões no Estado de Minas Gerais, apontou ser fundamental para o sabor, aroma e características do queijo os usos dos métodos tradicionais de fabrico, sendo que a mudança de localidade, tempo de maturação ou ambiente, modifica também a microflora das bactérias

láticas típicas da região – presente exclusivamente naquela altitude, pastagens e solo - necessárias para as reações bioquímicas de maturação do queijo.

Os fatores físico-naturais de cada uma dessas regiões propiciam pastagens típicas e o desenvolvimento de bactérias específicas que se multiplicam em cada um desses microclimas. A esses fatores soma-se um modo próprio de fazer queijo, na manipulação do leite, dos coalhos, das massas, das formas de prensagem, no tempo de maturação (cura), dando a cada queijo aparência e sabor peculiares. Tudo isso se traduz em um vasto repertório de conhecimentos tradicionais, incluindo as formas de comercialização e consumo dos queijos artesanais, e constitui um traço marcante da identidade cultural de cada região que é transmitido desde muitas gerações (IPHAN, 2014, p. 13).

Os referenciais demonstram que a esse respeito, do mecanismo de reações bioquímicas da maturação dos queijos minas frescal - ainda demandaria muitas pesquisas laboratoriais para se compreender os processos envolvidos. A exemplo, pensa-se que há influência no sabor devido ao uso de uma banca queijeira tradicional de madeira das queijarias para a coleta do pingo, e que a sua substituição por bancas de ardósia de fácil higienização, o que vem acontecendo, estaria modificando o sabor tradicional, uma vez que o pingo coletado é responsável pelo sabor característico (IPHAN, 2014).

De fato, o pingo é o “DNA” do Queijo Artesanal de Minas. Nele está condensado o ecossistema de cada região: as peculiaridades do substrato geológico, do relevo, da água, do clima, das pastagens naturais. É ele que faz um queijo do Serro se diferenciar de um queijo da Canastra, ou de Serra do Salitre/Alto Paranaíba, ou ainda de Araxá. Nesse fermento natural se aglutina todo um conjunto de bactérias lácticas, específicas de cada região, que constitui o elo entre o passado e o futuro. Por isso se afirma que o Queijo Artesanal de Minas é alimento vivo, ao contrário dos queijos feitos de leite pasteurizado, quando são eliminados todos os microrganismos, tanto os presumivelmente nocivos ao homem quanto aqueles benéficos para a saúde. O pingo é recolhido a partir do soro que drena dos queijos após a salga, quando o sal grosso depositado em uma das superfícies do queijo neutraliza bactérias consideradas prejudiciais para o consumo humano e garante as boas condições do ingrediente que será utilizado no dia seguinte, para a composição de nova leva de queijos (IPHAN, 2014, p. 50-51).

Sabemos que apesar de que bioquimicamente o IPHAN dizer em metáfora que o pingo é o “DNA” do queijo, o que é um equívoco, passa a noção da importância biológica do mesmo para a produção de queijos, uma vez que ele contém a microbiota do leite que irá participar no processo de coagulação do próximo queijo. Entretanto ao destacar a microflora de cada região, pensa-se na região de Inhumas - GO, o que poderia ser estudado e as condições pelas quais os queijos são fabricados. Dando assim características com o potencial de serem exploradas, ou questionadas pelos alunos das escolas públicas da região e pelas próprias comunidades locais que o fabricam. Entretanto tal proposta demandaria tempo, materiais necessários e incentivos, o que não deixa de ser importante.

No que diz respeito ao processo de elaboração do produto em questão, pesquisas apontam que a maioria dos queijos é fabricada com leite integral e de vaca (PERRY, 2004; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; MONTEIRO; MATTA, 2018; EPAMIG; 2019). Busca-se leites de boa qualidade, evitando assim fermentações e reações enzimáticas indesejáveis, bem como isento de agentes inibidores, como antibióticos (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005) que além de eliminar parte das bactérias patológicas, coíbem também a microflora láctica desejável (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; EPAMIG, 2019).

Para Ordóñez *et al.*, (2005) é comum em alguns lugares acumularem o leite de várias fazendas e condicioná-lo sob refrigeração em torno de 4 °C. Assim, o mesmo é utilizado na fabricação dos Queijos nos dias seguintes. Entretanto, bactérias *psicrotróficas* proliferam nessas condições, para inibir esse processo é comum o uso da pasteurização do leite, que reduz drasticamente em número esses microrganismos. Este mesmo autor relata que o mecanismo de pasteurização não impede a atividade de proteinases e lipases celulares, produzidas por tais agentes microbiológicos, cuja ação desses compostos influem negativamente na qualidade do leite (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

O processo de proteinase desencadeado por bactérias psicrotróficas, leva a formação de peptídeos que são eliminados com soro durante a prensagem, o que indica à diminuição do rendimento do leite, gerando assim prejuízo, efeito tipicamente acentuado em queijos moles (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). Pode se inferir, que este caso é praticamente nulo em produções da agricultura familiar onde o processamento é rápido - por ser local - e de um único produtor, entretanto o que se pode questionar é se este conhecimento técnico é sabido por estes grupos em questão, uma vez que seria muito útil tal saber bioquímico até mesmo como meio de auto valoração de seu produto.

A pasteurização, apesar de acarretar perda da propriedade coagulante, por reduzir boa parte da microbiota, é obrigatória para eliminar agentes patogênicos presentes no leite cru (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; EPAMIG, 2019). Sendo um importante processo da fabricação do queijo e, entretanto, é dispensada em casos cuja a maturação é superior há dois meses (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). Para situações como a do *queijo minas frescal*, a pasteurização é dispensada quando o período de maturação é superior a quarenta dias, contudo, vem-se estudando formas de manejo adequado de animais, boas práticas de agropecuária e fabricação no que diz respeito à higiene, ao controle de doenças no rebanho e conhecimento do leite, controle de temperatura, salinidade, umidade e maturação para que a venda e o consumo possa ser dado em um período inferior, como já ocorre desde tempos longínquos (IPHAN,

2014; MONTEIRO; MATTA, 2018; EPAMIG, 2019). A exemplo o queijo da Canastra demora apenas vinte um dias para sua maturação e o queijo do Serro catorze dias (IPHAN, 2014).

De acordo com Ordóñez *et al.* (2005, p. 87) a pasteurização do leite é em geral a mesma utilizada para o leite destinado ao consumo direto: 72°C durante 15 segundos (procedimento HTST) ou 64°C durante 30 minutos (pasteurização baixa LTH). Esse mesmo autor relata que o leite pasteurizado perde algumas de suas propriedades coagulantes quando se elimina (8 a 30%) do cálcio solúvel durante o tratamento térmico, desse modo busca-se, evitando problemas na coagulação, acrescentar cloreto de cálcio (CaCl₂) na proporção de 1,2 g/L, (PERRY, 2004; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005), e como ocorreu a eliminação de boa parte da bioflora láctea deve-se acrescentar um *cultivo indicador* ao processo. Esse passo é a inoculação do pingo - solução do soro recolhida durante a salga do queijo - na produção do queijo minas artesanal/frescal.

Um dado importante é que todos os microrganismos presentes no leite cru durante o processo de fabricação do queijo passam à coalhada (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). Indústrias modernas apropriando deste saber regulam esse processo com a pasteurização e depois a adição de um *cultivo indicador* padronizado, buscando assim uma normalização no produto final, garantindo a produção mais homogênea em larga escala. Há casos de inoculação de *cultivo indicador* sem pasteurizar, a microbiota láctica será incluída no cultivo indicador (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005, p. 87), fato que ocorre nos queijos Serro e Canastra, não há pasteurização e ocorre a adição do pingo, por vezes quando aparecem sinais de contaminação, ocorrem a tradicional lavagem dos utensílios com *terramicina* (pango¹⁸).

A adição do *cultivo indicador* para Ordóñez *et al.*, (2005, p. 87) é de grande importância na fabricação do queijo, sendo condição fundamental para se fazer queijos moles ou duros, nos primeiros o acúmulo de ácido láctico é primordial e que depende por sua vez do *cultivo indicador*, assim se adiciona depois de um determinado tempo e a uma temperatura favorável a sua proliferação. Nos queijos duros não se espera o crescimento desta bioflora adicionada, “acrescenta-se o coalho imediatamente após o *cultivo indicador*, praticamente não havendo ácido láctico produzido nesse caso” (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005, p. 87).

Para queijos nos quais não ocorre a pasteurização do leite, pode se adicionar o *cultivo indicador*, para que assim biologicamente aumente a competição entre os microrganismos.

¹⁸Pango - Ver nota de rodapé n. 14.

Estes cultivos adicionados por estarem em maior quantidade que os patogênicos, podem reduzir por competição as quantidades destes últimos, possibilitando uma melhor qualidade do produto.

Para se produzir queijos moles algumas propriedades bioquímicas merecem atenção: deve-se esperar a produção de ácido láctico pelas bactérias da microbiota natural do leite e do cultivo indicador, assim se adiciona o cultivo indicador, e deixa-se a massa em repouso durante um bom tempo, é muito importante estar atento a temperatura adequada para o crescimento das bactérias introduzidas, e deve-se haver atenção com o pH, pois este irá aumentar pela produção de ácido (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

As caseínas principais grupos de proteínas do leite coagulam com a adição do coalho, ocorrendo assim a *formação da coalhada* (COULTATE, 2004; PERRY, 2004; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005). O coalho como apontado por Ordóñez *et al.*, (2005) pode ter várias procedências: vegetal sendo o mais comum o cardo, planta do gênero *Cynara*, utilizado principalmente em países europeus como Portugal e Espanha (IPHAN; 2014); fúngica cujas as enzimas coagulantes provém de mofos: *Mucor mihei*, *Mucor pusillus* ou *Endothia parasitica*; atualmente por enzimas produzidas por biotecnologia (DNA recombinante); e por último, e o mais usado, o coalho de origem animal. Este é também chamado de renina, sendo o nome dado ao extrato procedente do abomaso de bezerros lactentes cujo princípio ativo é a *quimosina* e que contém apenas pequenas quantidades de pepsina (atualmente chega de 10% a 60%). Todas estas enzimas coagulantes fazem parte das endopeptidases do grupo aspartil proteinases (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

A coalhada pode se formar, portanto, por duas vias: láctica ou enzimática. A primeira é obtida por acidificação graças ao ácido láctico formado pela ação de bactérias lácticas sobre a lactose do leite e a enzimática pela atividade do coalho ou de qualquer outra enzima coagulante.

[...]

A coalhada láctica consiste essencialmente na diminuição do pH por acúmulo de ácido láctico, o que determina a solubilização dos sais de cálcio das micelas de caseína, produzindo migração progressiva do cálcio e dos fosfatos para a fase aquosa, com paulatina desmineralização das caseínas, que é total a pH próximo de 4,6, ponto isoeletrico das caseínas (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005, p. 87).

Para Coultate (2004) o leite é quimicamente caracterizado como uma solução que comporta glóbulos de gordura emulsificada e micelas de caseínas na forma coloidal. Nestas caseínas há um conjunto de proteínas com grupos fosfatos, citrato e cálcio. Ao se reduzir o pH do leite, em até 4,6 à temperatura de 20°C, as caseínas se precipitam (COULTATE, 2004)

uma vez que são insolúveis em ambientes ácidos, devida sua densidade ficam alojadas ao fundo, à medida que sobre estas ficam um líquido reconhecido como soro.

Em outras palavras as caseínas, principais proteínas do leite, são insolubilizadas pelo fenômeno da *coalhada láctica*, uma vez que são desmineralizadas dos íons cálcio, desestabilizando as micelas e com um processo considerável de desidratação. Este mesmo referencial teórico nos diz que tal mecanismo para ocorrer precisa de uma temperatura adequada, em geral quanto maior a temperatura maior o pH, em temperaturas em torno de 0 a 5°C pode se acidificar o pH até 4,6 que não ocorre a formação do coágulo, nesse tipo de coagulação a coalhada é “porosa e frágil, pouco contrátil e difícil de dessorar” ela é utilizada para a fabricação de queijos moles (COULTATE, 2004). Entretanto na coagulação enzimática, a mesma não depende de temperatura para ocorrer.

Ordóñez *et al.*, (2005) ao relatar como ocorre a coalhada enzimática afirma que a mesma apresenta duas fases. Uma que não depende da temperatura, que ocorre pela ação de uma enzima específica que rompe ligações nas estruturas das caseínas, e estas em boa parte se solubiliza na forma de glicomacropéptido (solúvel). A segunda fase só ocorre após de 85 a 90% das caseínas terem rompido, nesta fase se depende de temperatura, pois há um reordenamento das estruturas e a necessidade de cálcio para se produzir as micelas de caseínas. Neste processo ocorre a expulsão do soro, sendo a coalhada impermeável, flexível, contrátil e fácil de dessorar.

Para Coultate (2004) as caseínas são usadas na fabricação dos queijos e o soro é retirado em pouca, ou grande quantidade, de acordo com o método aplicado ao processamento de queijos de tipos diversos. Estes procedimentos alteram a cor, sabor e flavor, dos produtos em questão. As comunidades tradicionais usam de diversas formas para acidificar o leite na formação de queijos: uso de coalhos, extratos de limão, pingo e entre outros (IPHAN; 2014). O objetivo nesse sentido busca reduzir o pH da solução, embora boa parte daqueles que fabricam tenham conhecimento tradicional, mas não conhecem escalas de pH, ou o porquê do uso da temperatura.

Os processos da fabricação dos queijos antes da moldagem, são o *corte da coalhada*, a *cocção da coalhada* (dependendo do tipo de queijo¹⁹) e *agitação* todos utilizados para se expulsar o lacto-soro, já iniciando o processo de *dessoramento*. Esta consiste em uma etapa

¹⁹ Em Inhumas-GO é comum no fabrico do requeijão, tipo de queijo que se difere do queijo tradicional minas frescal, pela expulsão do lacto-soro via temperatura, omitindo-se a prensagem.

muito importante da fabricação dos queijos, dependendo do tipo de queijo pode se expulsar mais ou menos lacto-soro. A *moldagem* por fim consiste em colocar em moldes a massa do queijo e prensá-la de acordo com o tipo de produto desejado, nesses moldes há pequenos orifícios dos quais também se expõem o lacto-soro.

Finaliza-se o processo pela *salga* e *maturação* dos queijos, Ordóñez *et al.*, (2005) afirma que a *salga*, é realizada em todas as variedades em algum momento da fabricação, ajuda a potencializar o sabor e inibe o crescimento de bactérias (2% em concentração já é suficiente). Sendo diversos os modos de salga: introdução das peças em salmouras, acrescentando sal seco a massa ou na superfície dos queijos moldados. A *maturação* é muito complexa, e é importantíssima, pois nela se modificam as propriedades físico-químicas dos queijos, onde a microbiota presente irão gerar aroma e sabor característico de cada queijo. Neste processo em alguns queijos como o Roquefort de origem francesa e o italiano Gorgonzola, a exemplo, ocorre a maturação, não por bactérias, mas sim por fungos os mofos azuis internos (PERRY, 2004; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005).

Não se pode deixar de relacionar esta produtividade com os possíveis problemas de fabricação do queijo a partir do leite cru, que em boa parte está nos defeitos de fermentação. A exemplo, quando se aplica algum tipo de antibiótico nos animais lactentes, este leite deve ser descartado, senão ocorrerá a formação de queijos sem sabor, úmido e que não maturam adequadamente, uma vez que parte da microflora bacteriana láctica fora eliminada pelos medicamentos (SOBRAL *et al.*, 2017; EPAMIG, 2019) outros defeitos relacionado a produção de queijos podem ser observados na Tabela 3.

Tabela 3. Principais problemas de fabricação do Queijo Minas Artesanal.

Defeito	Principais motivos	Danos ao consumidor
1. Queijo Salgado	Excesso de salga. Acidez e umidade influencia na absorção de cloreto de sódio e demais sais.	Compromete a flora bacteriana e enzimas desejáveis e responsáveis pela maturação e obtenção do sabor e textura dos queijos artesanais. Esconde problemas da má qualidade (“ <i>sabor de curral</i> ”) do leite advinda de manejo inadequado dos animais e ordenha e contaminação do leite. Acelera o processo de dessoramento e maturação dos queijos. Encobre os efeitos do ranço hidrolítico, que produz aromas provenientes da liberação de ácidos graxos livres (AGL).
2. Queijo Amargo	Há vários motivos entre os principais está o acúmulo	Altera o sabor gerando produtos de pouca aceitação no mercado.

	<p>de peptídeos amargos.</p> <p>Excesso da atividade da enzima coagulante.</p> <p>Doses de coalho acima das recomendadas pelo fabricante.</p> <p>Uso de coagulante de origem vegetal.</p> <p>Acidez elevada, retém coagulante na massa.</p> <p>Pingo com pouca atividade.</p> <p>Falta de higiene das superfícies de utensílios e panos higienizadores ocasionando a formação de leveduras.</p>	
3. Queijo Rançoso	<p>Degradação da gordura (lipólise).</p> <p>Ranço oxidativo ocorre pelo excesso de luz e calor.</p> <p>Ranço hidrolítico: ocorre pela ação das lipases (enzimas advindas do leite ou de sua microbiota), havendo a liberação de ácidos graxos livres (AGL) de cadeia curta: butírico, caprótico, caprílico e cáprico - aromatizantes para o queijo contribuindo positivamente ou negativamente.</p> <p>Excesso de bombeamento ou turbulência no leite.</p> <p>Quando não há pasteurização: há grande número de microbiota e as lipases naturais não são inativadas.</p>	<p>Queijos com gostos indesejáveis como o sabor de ranço ou sabão.</p> <p>Quando ocorre regulação do processo podem ocasionar gostos desejáveis (picantes - ainda com aceitação dependendo do tipo de queijo).</p> <p>Em casos de agitação demasiada do leite ocorre o rompimento de glóbulos de gorduras sendo estes suscetíveis aos ataques das lipases, aparecendo o gosto de ranço.</p>
4. Defeito na Casca	<p>Quebra da proteção natural do queijo por agentes externos: fungos, poeiras, bolores, ácaros, moscas e entre outros.</p>	<p>Perda da umidade.</p> <p>Aceleram a venda de queijos sem maturação podendo ocasionar riscos ao consumidor.</p> <p>Tricas no queijo, manchas, cores desiguais, mofo, casca grossa.</p>
5. Manchas causadas por microrganismos	<p>Contaminação na elaboração ou maturação do queijo.</p> <p>Em queijos artesanais</p>	<p>Ocorrem a formação de manchas que podem ter sua origem nas diferentes etapas do processo, como também nas práticas, materiais e ambiente.</p>

	contaminação pode vir diretamente do leite (cru).	
6. Manchas Amarelas	<p>Falta de viragens regulares e a presença de corredores de circulação nas prateleiras de maturação.</p> <p>Diferença de homogeneidade na massa devido a prensagem não uniforme.</p> <p>Contato direto entre peças de queijo nos períodos de maturação.</p>	Compromete a qualidade do produto desvalorizando o mesmo.
7. Trincas nas cascas	<p>Falta do íon cálcio na massa. Desmineralização excessiva.</p> <p>Remoção da gordura na casca.</p> <p>Prensagem com massa fria.</p>	Acarreta aspecto não homogêneo no queijo, favorecendo a entrada de microrganismos pela poeira, insetos entre outros.
8. Estufamento precoce / queijo inchado / rendado	<p>Ocasionalmente pela produção de gás por bactérias, algumas de origem fecal.</p> <p>Uso de água contaminada.</p> <p>Ausência de boas práticas sanitárias de produção.</p> <p>Contaminação das pastagens especialmente em épocas chuvosas. Pode ser evitado com a fabricação imediata após ordenha, uma vez que bactérias lácticas se multiplicam antes dos coliformes.</p> <p>Uso do pingão do dia contaminado.</p>	<p>Formação de pequenas e numerosas olhaduras indesejáveis no queijo, nos primeiros momentos de fabricação do produto.</p> <p>Olhaduras pequenas e em grande quantidade são perigosas, pois podem indicar a presença de agentes patógenos.</p> <p>Sabor e odor desagradável. Não confundir com as olhaduras naturais promovidas pelas bactérias lácticas selvagens, cuja ação não produz sabor e odores desagradáveis.</p>
9. Estufamento tardio	<p>Processo fermentativo indesejável provocado por bactérias <i>Clostridium spp</i>, encontradas no solo.</p> <p>A silagem pode ser a fonte de esporos para o leite constituindo o problema tardio.</p>	Apresentam trincas internas, sabor e odor indesejáveis. Muitas vezes manifestado na sala de maturação, ponto de venda ou casa do consumidor.

Como podemos perceber diversos são os conceitos relacionados a produção de queijos os quais serão de grande importância para o ensino de bioquímica como o concebemos. Ainda se poderiam citar outras características presentes nos queijos como seus tipos e processos, o que demandaria maiores esforços e tempo, entretanto como esta dissertação propõe o uso do doce de leite e do queijo como temas geradores para o ensino de bioquímica que busque a emancipação do sujeito, e perpassado pelo conceito de que um tema gerador deve ser relacionado a vivência do aluno, desse modo optamos por nos deter apenas ao processo de fabricação do queijo minas frescal, que também é próprio do estado de Goiás.

3.4 A Química e Bioquímica do doce de leite

Neste tópico concebendo vistas para o emprego do conhecimento bioquímico dos carboidratos por detrás do processamento do doce de leite, assim, para compô-lo como tema contextualizador para um ensino de química/bioquímica, dispomos dos principais constituintes presentes no doce de leite, a saber, os dois carboidratos de grande importância: a sacarose e a lactose. Apontamos a origem destes compostos, um pouco de sua historicidade - abarcando assim o contexto geral do qual está inserido a temática - e suas principais características químicas que os fazem importantes ao processo. Prosseguindo a formulação do tema, transcorremos pelo processamento do doce de leite e suas principais características no que diz seus aspectos bioquímicos.

O doce de leite é um produto típico dos países sul-americanos como Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, sendo produzido em maior escala no Brasil. Pesquisas apontam que há variações, como já se é esperado, no produto final deste dependendo das regiões, da origem do leite e dos ingredientes empregados (LAGUNA, DO EGITO, 1999; PERRONE, 2007; FRANCISQUINI *et al.*, 2016) o que se torna comum de acordo com os costumes, disponibilidade e hábitos alimentares locais. Existe, a exemplo, e de comum saber pelas pessoas em Goiás, em Inhumas e região o uso da castanha da guariroba²⁰ na produção de doces de leite com castanhas, semelhante ao tradicional pé-de-moleque típico das festas juninas no Brasil. Entretanto não iremos adentrar nestas variações de processamento o que estenderia por demais este trabalho, apesar de muito útil ao conhecimento científico,

²⁰Guariroba - Gueiroba, Gueroba - (*Syagrus oleracea*) oriunda de 106 municípios do Estado de Goiás. A guariroba, palmeira nativa da região do cerrado, presente nos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Distrito Federal, Tocantins e Minas Gerais (triângulo mineiro), é caracterizada pelo sabor amargo de seu palmito (NASCENTE, 2003, p.113).

patrimonial e cultural uma vez que é quase nada ou muito pouco divulgado em meios acadêmicos.

O doce de leite tradicionalmente fabricado no Brasil tem como matérias-primas principais dois produtos muito abundantes neste país: o leite e o açúcar. Como já referido anteriormente, sempre foi necessário ao homem criar mecanismos de conservar os alimentos por maior tempo e assim evitar sua perda, a fabricação de doces é um processo útil e complexo quimicamente falando, que permitem armazenar por um tempo maior frutas que antes eram perecíveis em um breve período de tempo. A cristalização de frutas a exemplo é uma boa forma de se estocar alimentos por um período maior de tempo (LIMA, 2018). Nesse sentido no início deste capítulo falamos do leite, matéria-prima do queijo.

Historicamente sabemos que o cultivo da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), planta tropical típica do Pacífico Sul e da Índia, foi e é um importante fator econômico para o Brasil, e com essa a produção de açúcar (LE COUTEUR; BURRESON, 2006) e, como mencionado anteriormente, inclusive gerando conflitos neste país, a saber, o domínio Holandês em Pernambuco. O açúcar empregado na produção de doces de leite, é constituído da sacarose um carboidrato, classificado como dissacarídeo, oriundo a partir da união de uma molécula de β -frutose e de α -glicose, formando a sacarose e água, oriunda da beterraba, da cana-de-açúcar e presente em inúmeras frutas (COULTATE, 2004).

Os dois dissacarídeos mais importantes para o estudo da tecnologia de alimentos são a sacarose e a lactose, sendo a lactose, β -D-galactopiranosil-(1 \rightarrow 4)- α -D-glicopiranosose, e a sacarose α -D-glicopiranosil-(1 \rightarrow 2)- β -D-frutofuranose (COULTATE; 2004). Sabe-se nos dois ingredientes básicos do doce de leite tradicional é utilizado estas moléculas. Um dado interessante aponta Coultate (2004), como as unidades de frutose e glicose estão unidas por seus grupos acetais a sacarose não é um açúcar redutor. Porém em “condições moderadamente ácidas ou sob a ação da enzima invertase, a sacarose é facilmente hidrolisada em seus monossacarídeos componentes sendo esse fenômeno chamado de inversão, e a mistura resultante é o *açúcar invertido*²¹” (COULTATE, 2004, p. 25).

A forma cristalina mais comum que muitos açúcares é anidro e consiste de apenas um anômero. Todavia, em temperaturas abaixo de 50°C, a glicose, em soluções aquosas, cristaliza como uma α -piranose monoidratada. Do mesmo modo, a D-lactose cristaliza-se na forma monoidratada de seu α -anômero. Embora bastante

²¹*Açúcar invertido* – é o nome dado ao composto formado pela hidrólise (quebra pela água) da sacarose. O resultado da separação são os monossacarídeos frutose e glicose presente no dissacarídeo sacarose que foi quebrado pela ação da água.

solúvel (em torno de 20 gramas por 100 cm³) à temperatura ambiente, cristais de α -D-lactose monoidratada dissolvem-se muito lentamente e formam, com frequência, depósitos de consistência arenosa do leite evaporado. A textura do leite condensado adoçado também é muito dependente do tamanho dos cristais de lactose monoidratada (COULTATE; 2004, p. 28).

Os açúcares em geral “são muito solúveis em água, e frequentemente formando xaropes supersaturados quando suas soluções são concentradas por ebulição ou evaporação” (COULTATE, 2004) em especial a lactose e a sacarose, ambas presentes nas principais reações para a produção do doce de leite. Nesse sentido na fabricação de doces endurecidos e caldas viscosas, as indústrias, e até mesmo aqui colocamos os saberes construídos pelos povos com o passar dos tempos, mesmo sem compreender esta propriedade química, utilizavam das características dos açúcares redutores desta resistência à cristalização e assim a frequente formação de caldas viscosas e endurecimento dos doces, podendo ser produzidos pelo aquecimento da sacarose com xarope de glicose, água aromatizantes e corantes adequados (COULTATE, 2004, p. 28).

Esse mesmo autor aponta que no resfriamento destes carboidratos a massa apresenta aspecto vítreo ou como um líquido super-resfriado. Assim se explora continuamente essa propriedade do xarope de glicose em relutar em cristalizar-se nas diversas receitas comerciais de bolos, assegurando a umidade no miolo da massa, e na forma de coberturas (COULTATE, 2004). O doce de leite em Goiás é muito apreciado em sua forma pastosa, algumas padarias aproveitam este doce também embora não conhecendo esta propriedade química de garantir umidade nos produtos, para utilizar como recheios de bolos e entre eles um muito conhecido que é o chamado sonho.

O doce de leite está entre os subprodutos derivados do leite, na mesma classe que o leite condensado, o leite em pó, soro de leite em pó e leite evaporado (PERRONE, 2007, p. 67). Ambos produtos sofrem também o processo de evaporação, que consiste a retirada de água do leite por meio da troca de calor com vapor indireto, e em alguns casos à pressão atmosférica ou a pressão reduzida. Este processo de evaporação traz alguns benefícios aos produtos, entre eles a melhora da conservação e palatabilidade do produto. Acarreta também na redução nos custos de transporte, armazenamento, estocagem e conservação, uma vez que é evaporada parte da água presente.

Perrone (2007) aponta o doce de leite como sendo o principal produto lácteo que por meio do calor é concentrado, podendo este ser fabricado, tanto por pequenas Indústrias, quanto artesanalmente e em grande escala nos laticínios. Apesar de possuir um aroma e sabor

característico, alguns países têm resistência ainda ao doce de leite como é produzido no Brasil, uma vez que contém grande quantidade de açúcar, o que promove a rejeição a paladares não acostumados.

A conservação do doce de leite para a indústria em larga escala, ainda é um caso a ser estudado, uma vez que a manutenção da textura fina - característica para alguns, como um bom produto - sem a presença dos cristais característicos arenosos - oriundos da lactose - ainda são pontos a serem considerados pela nossa Ciência e Tecnologia de Alimentos (PERRONE, 2007). Como firmado por Perrone (2007), os métodos existentes são inviáveis para as indústrias, bem como, para as produções artesanais.

Para a fabricação do doce de leite, Perrone (2007, p. 67) aponta “quatro técnicas de fabricação: 1) artesanal, 2) em tachos por batelada, 3) em tachos de forma contínua e 4) em evaporadores a vácuo e tacho”. Para se fabricar o doce de leite, se utiliza da evaporação da água do leite, que o constitui em boa parte, de forma indireta, tradicionalmente feito por um tacho.

No processo tradicional de fabricação do doce de leite, que é o artesanal, consiste no aquecimento controlado do leite juntamente com o açúcar, do qual se fará a evaporação da água presente. Neste processo requer alguns pontos de atenção, devido as propriedades do leite, especialmente pela existência de gorduras, é comum ao atingir ponto de fervura, ocorrer o fenômeno do *leite derramar*, outro caso ainda, durante as reações de caramelização e de escurecimento não-enzimático parte do produto grudar no fundo do recipiente do qual está se fazendo o doce, assim exige uma constante agitação do doce no processo.

Nas reações com carboidratos como nesse caso a sacarose e lactose, se destacam dois tipos de reações químicas típicas de carboidratos: as de escurecimento enzimático que se processa entre açúcares redutores e não redutores, e as de escurecimento não-enzimático que abrange especialmente as reações de Maillard, cuja o processo ocorre entre aminoácidos e açúcares redutores (BOBBIO; BOBBIO, 2001; COULTATE, 2004; ARAÚJO, 2011; FRANCISQUINI *et al.*, 2016). A caramelização é uma reação que ocorre entre açúcares.

Araújo (2011) aponta três mecanismos de escurecimento não-enzimático das quais ocorrem com o aumento da temperatura e durante a estocagem dos alimentos, a saber; reação de Maillard, caramelização e degradação oxidativa do ácido ascórbico. A primeira necessita de um aminoácido que contém grupo amina e um carboidrato, do qual realizará a reação de condensação, liberando água ao meio (BOBBIO; BOBBIO, 2001; DEMIATE *et al.*, 2001;

COULTATE, 2004; ARAÚJO, 2011). A reação de Maillard ocorre melhor em pH alcalino, podendo ser desejável ou não tanto, entretanto se torna importante em determinados produtos como o doce por dar características únicas ao mesmo, como flavor, cor, sabor e aroma característico (ARAÚJO, 2011; FRANCISQUINI *et al.*, 2016).

É comum na fabricação dos doces de leite adicionar neste caso bicarbonato de sódio (NaHCO_3) com a finalidade de reduzir o pH tornando-o mais básico o que favorece estas reações, o resultado final deste mecanismo é a produção das melanoidinas cujo o pigmento é característico ao processo (KONKEL *et al.*, 2004; ARAÚJO, 2011; FRANCISQUINI *et al.*, 2016). Com a evaporação da água no doce de leite ocorre a concentração deste produto e aumento do peso molecular, assim como a produção de pigmentos escuros desejáveis ou não (COULTATE, 2004; ARAÚJO, 2011; FRANCISQUINI *et al.*, 2016).

Ao final do processo de fabrico do doce de leite, a sua concentração reduz 2,5 vezes o volume inicial da mistura do açúcar e do leite, o que justifica pela supersaturação a cristalização da lactose presente no produto (KLEIN *et al.*, 2010), uma vez que esta tem baixa solubilidade e compete com a glicose no sistema. O doce de leite ao final do processamento, apesar da perda de boa parte dos aminoácidos originais, apresenta-se como um produto de grande valor nutricional por conter proteínas e minerais além do conteúdo energético próprio dos grupos dos carboidratos (DEMIATE *et al.*, 2001).

A literatura atual ainda carece de muitos estudos nas reações vinculadas ao processo de fabricação de doces, especialmente o de leite. Os próprios pesquisadores desta área sabem que existem muitos desafios dos quais ainda são desconhecidos como: saber ao certo os processos que ocorrem para a produção das melanoidinas na reação de Maillard a partir do doce de leite (BOBBIO, BOBBIO, 2001; COULTATE, 2004), a questão do melhoramento da produção de doces evitando sua cristalização (COULTATE, 2004; KLEIN *et al.*, 2010), o estudo da adição de amido e outros compostos sem alterar o produto final (KONKEL *et al.*, 2004), estudo dos subprodutos destas reações e seus possíveis danos à saúde do consumidor talvez a produção de substâncias carcinogênicas (COULTATE, 2004, p. 37) e, por fim a questão, da padronização de um produto de qualidade a ser lançado no mercado (KLEIN *et al.*, 2010). Assim se percebe que há muito campo para estudos em torno da temática o que favorece o questionamento também ao estudante de que a ciência é uma construção humana, o que é objetivo deste trabalho demonstrar esta não neutralidade.

3.5 O Ensino de Bioquímica por meio de práticas cotidianas

A partir do exposto, alvitramos neste último tópico, estabelecer conjecturas para projetar um produto educacional, do tipo material textual/livro paradidático (apêndice) com finalidade de estabelecer relações entre o ensino de Química/Bioquímica e as práticas cotidianas de fabricação de queijos e doce de leite como temas geradores no contexto do Ensino Médio. Neste sentido, pensamos basear nossa reflexão de currículo em Michael Apple e, em consonância com a Química dos processamentos dos doces de leite e queijo frescal. Busca-se assim apresentar sugestões de integração entre a teoria e a prática do aluno como se estruturou durante todo este trabalho.

Um ponto que queremos ressaltar nesta estruturação de um produto educacional é o *currículo oculto*, que está presente na Unidade Escolar e contribui significativamente para o aprendizado do aluno. Nesse sentido podemos perceber a importância do *conflito positivo*²² uma vez que este possibilita a ruptura e o melhoramento da sociedade.

À vista disso, em nosso material procuramos estabelecer a seguinte lógica sequencial: o leite, o queijo e o doce de leite como temas geradores. Com a temática do leite no que diz respeito aos conhecimentos científicos alvitramos a introdução das moléculas da vida: carboidratos, proteínas, vitaminas, sais minerais e lipídeos, bem como, introdução a citologia animal: célula animal, estruturas relacionadas e produção do leite, compreensão de forças intermoleculares como as ligações de hidrogênio e reflexão social e política diante da agricultura familiar e manutenção do Capital.

Diante da temática do processamento do queijo, como conhecimento científico buscamos estabelecer a compreensão de misturas, de métodos de separação de misturas, da compreensão dos ecossistemas lácteos e reações químicas produzidas por eles, e por último, e não menos importante para a bioquímica, do estudo da influência das grandezas físicas: temperatura, umidade, acidez e outras para o preparo e maturação dos queijos. E por fim, buscamos estabelecer a ligação entre o tema gerador doce de leite e as características dos

²² O *conflito (positivo)*, é um dos temas de Michael Apple (2006) em seu quinto capítulo, “o Currículo oculto e a natureza do conflito” (p. 125-150). Embora diretamente não use este termo, ele demonstra uma necessidade de os alunos adotar *perspectivas positivas em relação aos conflitos* (p.127), o que nós denominamos de *conflito positivo*. Se torna importante o conflito positivo, uma vez que possibilita aos estudantes sentirem os *meios legítimos sociais* dentro da *sociedade desigual* que vivem e assim capacitá-los a lidar com *realidades políticas e dinâmicas de poder complexas*, e que normalmente são repreensivas à sua sociedade (forma de vida), assim *se prestem menos em preservar os modos institucionais atuais*, os quais servem diretamente aos interesses do capital (MÉSZÁROS, 2015). Nesse sentido, mesmo que o conflito seja visto como *um adversário à ordem social*, ele *serve para responder mais as necessidades de classe que ele serve*. Pois, tem o potencial de legitimar experiências de consciência de classe, assim, é fundamental para se questionar o sistema de regras existentes e elaborar novos valores e novas perspectivas, o que é capaz a exemplo, de questionar por que o currículo pouco privilegia a integração entre ciência e os saberes populares especialmente das classes inferiores.

carboidratos, das reações vinculadas a estes e processos de fabricação do doce de leite, refletindo o contexto social da agricultura familiar suprimida pelas grandes indústrias. Todos estes estágios com os objetivos de cada um estão inseridos na Tabela 4.

Tabela 4. Ensino de Bioquímica contextualizado por meio de práticas cotidianas.

Contextualização Conceitos Científicos	Expectativas/objetivos de Aprendizagem
<p>Tema Gerador: Leite Agricultura familiar Agropecuária familiar Biossíntese do leite Carboidratos Célula animal Estruturas celulares Forças intermoleculares História do leite Intolerância a lactose Lipídeos Proteínas Sais minerais Segurança alimentar Sistema digestório</p>	<p>A partir das características físico-químicas do leite problematizar conceitos científicos importantes como: a solubilidade das gorduras, a porcentagem de água no leite, solubilidade das caseínas e principais açúcares do leite, a exemplo, a lactose dissacarídeo formado por glicose e galactose.</p> <p>Compreender no que diz respeito a biossíntese do leite as principais estruturas celulares e suas funções nas células epiteliais secretoras, bem como, entender a atuação de hormônios como a ocitocina nas glândulas mamárias dos mamíferos.</p> <p>Assimilar pela prática de experimentação os principais fatores que favorecem o “aumento” do leite durante a fervura, do dissabor provocado após seu congelamento e sua necessária pasteurização para a saúde humana.</p> <p>Consolidar a partir de uma prática reflexiva a importância do leite como produto de subsistência para as famílias oriundas da agricultura familiar, elencando as formas modernas de nutrição animal em detrimento das formas tradicionais de manejo e pastagens dos pequenos produtores de leite.</p> <p>Elencar a história do leite e por meio de dados municipais verificar sua importância para a economia local, como matéria prima geradora de renda, segurança alimentar e fonte de proteínas.</p>
<p>Tema gerador: Queijo Acidez e basicidade Agentes patogênicos Agricultura familiar Agropecuária familiar Albuminas Antibióticos Bactérias da bioflora Caseínas Cultivo microbiológico Defeitos dos queijos Enzimas lácticas Escala de pH Fatores que alteram a velocidade das reações Formação de gases</p>	<p>Exercitar por meio da experimentação o uso de processos de separação de misturas como: filtração simples, filtração à vácuo por bomba de sucção ou trompa d’água, separação por densidade, centrifugação... Por meio da fabricação do queijo especialmente no processo de corte e prensagem da massa.</p> <p>Refletir motivos dos quais alguns produtos lácteos são valorizados pelo mercado, enquanto outros também com qualidade própria não são tão reconhecidos. E assim elencar meios de apreciação destes produtos como mudanças na forma do processamento, organização de cooperativas, desenvolvimento de marcas e boas práticas de produção.</p> <p>Verificar na ação de pH, tempo e temperatura as suas influências diretas no aumento e redução da microflora láctica e patogênica, da mesma maneira que a salga, e umidade relativa do ar afeta o processo de maturação de queijos minas frescal nestes organismos e pelos fenômenos de osmose e evaporação.</p> <p>Analisar por meio da história da Ciência e dos povos as formas que se consolidou o processamento de queijos e suas diferenças típicas de região para outra, como o uso dos <i>cardos</i> em Espanha e Portugal como agente coagulante, e o uso dos coalhos derivado do abomaso dos bezerros cujo o princípio ativo é a <i>quimosina</i> (no Brasil). Evidenciando os valores culturais imateriais dos quais a ciência pode se desenvolver ainda mais por meio de novas descobertas de mecanismos ainda desconhecidos.</p>

<p>História da ciência</p> <p>Métodos de separação de misturas</p> <p>Mistura heterogênea</p> <p>Mistura homogênea</p> <p>Mudança de coloração</p> <p>Osmose</p> <p>Precipitação ácida</p> <p>Processamento de queijos</p> <p>Reações do ácido láctico</p> <p>Reações químicas</p> <p>Relações ecológicas</p> <p>Saberes culturais</p> <p>Salga</p> <p>Segurança alimentar</p> <p>Solubilidade de sais</p> <p>Temperatura</p> <p>Umidade relativa do ar</p>	<p>Montar as estruturas espaciais das principais moléculas presentes nos queijos, bem como, reproduzir a reação de produção do ácido láctico, integrando a produção deste e a fabricação de queijos duros como o <i>parmêsão</i> e o <i>romano</i> e moles como a <i>ricota</i> e o <i>cottage</i>.</p> <p>Compreender o efeito da presença de gorduras, lacto-soro (albuminas) concentração de ácidos lácticos, temperatura, umidade, salga, e tipo de microrganismos (leveduras, bactérias, mofos azuis, mofos artificiais e outros) na composição dos diversos tipos de queijos. Possibilitando deste modo ao aluno no que tange às reações químicas perceber que fatores externos influenciam diretamente nestas que estão ocorrendo em todo o processo de fabricação de queijos.</p> <p>Testar pelas relações ecológicas para a competição em meios concentrados de microrganismos como no cultivo indicador, pingo e coalho, a influência destes na produção de bons queijos.</p> <p>Promover a conscientização sanitária de boas práticas de fabrico do queijo minas frescal, tal como, o processo de ordenha, trato dos animais, atenção as pastagens, animais doentes e vacinação destes. Compreender por evidências que o uso de antibióticos quando necessário nos animais, altera a bioflora láctica, sendo necessária a retirada destes do rebanho.</p> <p>Deduzir por meio de experimentos a solubilidade das caseínas principais proteínas do leite e, identificar deste modo a coalhada formada pelas vias enzimática e láctica. Construir pela observação relações entre acidez e solubilidade das caseínas, comparando com a literatura do fabrico dos queijos pela precipitação ácida. Indicando desse modo o motivo da introdução de cloreto de cálcio em alguns processos de fabricação de queijo.</p> <p>Alvitrar de maneira a conhecer as formas de processamento dos queijos possibilitando ao aluno identificar os principais defeitos decorrentes deste processo influenciado por diversos fatores reconhecendo queijos inchados, estufados, contaminados com ácaros, fungos, agentes patógenos e, que provocam dissabor.</p> <p>Reconhecer as principais técnicas de pasteurização, e sua importância como frenagem para os principais defeitos dos queijos oriundos dos organismos patógenos. Assim perceber a importância de leis que garantam as boas práticas sanitárias.</p>
<p>Tema gerador: Doce de Leite</p> <p>Velocidade reação</p> <p>Açúcares redutores</p> <p>Agricultura familiar</p> <p>Agropecuária familiar</p> <p>Cálculos estequiométricos</p> <p>Ciclização da frutose</p> <p>Ciclização das aldoses</p> <p>Condução térmica</p> <p>Dissacarídeos</p> <p>Formação de gás</p> <p>Ligação glicosídica</p> <p>Monossacarídeos</p> <p>Oligossacarídeos</p>	<p>Compreender as principais reações dos carboidratos bem como suas estruturas e ciclização, reconhecendo as principais funções químicas presentes nesses grupos de compostos.</p> <p>Conceber o conhecimento sobre a ciclização dos açúcares como a frutose e a glicose que se unem para formar a sacarose, dissacarídeo presente no açúcar de mesa, ingrediente fundamental na produção do doce de leite.</p> <p>Identificar a lactose como açúcar presente no leite e formado pela união da glicose e galactose, que participa nas reações de escurecimento não enzimático como a reação de Maillard.</p> <p>Possibilitar a compreender as características únicas do doce de leite, de aspecto homogêneo e pastoso, como sabor característico. Observando a dimensão da lactose e sua solubilidade baixa produzindo cristais característicos.</p> <p>Verificar por meio da experimentação a ação da temperatura sobre o leite e o açúcar na formação do doce de leite. Compreender a necessidade de contínua agitação para o processo de fabricação do doce.</p> <p>Possibilitar o debate no que diz respeito a forma de produzir doces de leite, e atinar a possibilidade de conflitar a ciência que até o momento não tem bem esclarecido parte dos mecanismos bioquímicos presentes no fabrico</p>

Polissacarídeos	do doce de leite, possibilitando assim verificar a Química e seus processos como uma Ciência em construção e não neutra.
Reações de caramelização	
Reações de fermentação	
Reações de Maillard	
Solubilidade	
Vaporização	Levantar meios de valorizar a produção local de doces, e pesquisar os incrementos culturais locais ao doce de leite como a adição de amendoim torrado, coco ralado a exemplo. Conflitar meios pelos quais estes processos são valorizados nas grandes indústrias, porém com adição de amido, modificando o sabor tradicional.
	A partir de dados históricos compreender fatores que favoreceram a estruturação do Brasil como um país que conseguiu desenvolver esta receita do doce de leite, usando de propriedade de moléculas muito significativas para a economia.

Fonte: Próprios autores.

Na *aplicação do conhecimento* propomos diante deste material a transformação do aluno e de sua realidade, para seu exercício profissional e crítico e, com atuação direta na sociedade, especialmente em sua realidade local, ou para melhorar a realidade de seus semelhantes. Esta prática da contextualização do doce de leite e queijo pode ser uma aplicação possível para o conhecimento produzido neste processo.

Outro ponto importante a aplicação do conhecimento poderia se perceber o desenvolvimento da Ciência. A exemplo dos mecanismos tradicionais de fabricação de queijos, como o uso de banca e forma de madeira, pensa-se que as mesmas podem interferir diretamente na característica tradicional deste produto (IPHAN, 2014), assim, defendemos que alunos bem formados para a criticidade e a pesquisa, contribuindo assim para a melhoria da humanidade. Hoje, entretanto o estudo destes conhecimentos vem sendo, protelados e esquecidos pelos diversos mecanismos do capital como a falta de investimentos ou como no caso de Minas Gerais, suprimida pelas exigências de uma legislação fora do contexto e de conhecimentos técnicos vinculados a outras realidades de mercado (IPHAN, 2014).

Estamos a falar de apenas uma realidade encontrada nesta pesquisa, entretanto, pensar nos inúmeros mecanismos de processamento e produção de queijos, ou de outros produtos que estão guardados pelos saberes culturais e patrimoniais que a Ciência poderia se utilizar para se desenvolver ainda mais.

CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi realizar uma investigação teórica de cunho bibliográfico, tendo como finalidade pesquisar a relação entre o ensino de Química/Bioquímica no Ensino Médio da escola pública e a sua conexão com os elementos do cotidiano.

Em primeiro lugar, constatamos que as condições objetivas do trabalho é uma atividade humana educativa. Pois permite ao homem mudar a natureza, e ao fazer isso, modifica-se a si mesmo. No entanto, segundo Braverman (1987), no modo de produção capitalista, com o advento da ciência e da tecnologia e o predomínio da classe burguesa como proprietária dos meios de produção, o trabalho sofre transformações e o trabalhador é desvinculado de seus instrumentos. Os estudos teóricos marcaram, também, que a ciência se converteu num auxiliar muito importante para o capital, a ponto de empresas capitalistas apropriarem-se de seu saber e até mesmo custearem a pesquisa e a educação científica de seus interesses, para integrá-la na produção e no mercado.

Tomando como referência a legislação brasileira para a Educação, pode-se citar que a Constituição Federal de 1988 e a Lei de diretrizes e Bases da Educação de 1996, apesar de conterem em seus artigos elementos importantes, como a garantia do direito à educação, que vão de encontro aos interesses das classes populares; o desenvolvimento de políticas públicas que efetivamente tornem esses direitos garantidos estão sendo ameaçados com novas propostas, como a Lei n. 95/2016, que congelou os gastos públicos, e a nova Base Nacional Comum Curricular, de cunho neoliberal, que entra em vigor esse ano de 2020.

Na perspectiva do currículo, inferimos que ele atua na educação, produzindo aspectos importantes de desigualdade, principalmente no que diz respeito a apropriação simbólica e cultural que as escolas preservam e distribuem. O que podemos destacar, ao estudar a forma como é concebido o currículo por Apple (2006), é que existe relação direta entre reprodução cultural e reprodução social. O que remete, então, no que diz respeito ao currículo, assim como é estruturado, é que há intenções, pelas quais, certos conhecimentos são escolhidos e agrupados no currículo formal, em detrimento de outros.

Ao estudar o queijo e doce de leite, estes demonstraram boa aplicabilidade como temas geradores para o Ensino de Química. Há grande quantidade de conteúdos imersos na bioquímica que podem ser explorados, como a exemplo: no tema queijo - a coagulação enzimática e a láctica, pH, processos de separação de misturas e defeitos dos queijos, este

último, de grande importância econômica; e para o tema doce de leite - tipos de carboidratos, agrupamentos bioquímicos, isômeros, reações de Maillard e cinética química. Tal abordagem temática também se demonstrou necessária, para ruptura com as formas tradicionais de ensino, uma vez que demanda tempo, estrutura como cozinha, e materiais próprios para a efetiva aplicação destes, como temas geradores.

Os referenciais demonstraram ainda haver lacunas na ciência do doce de leite, no que diz respeito aos processos reativos de seus componentes, o que pode ainda assegurar grande crescimento para a área. Enquanto no queijo, alguns aspectos do processo de maturação, em nível molecular, no que diz respeito aos mecanismos bioquímicos são desconhecidos por parte da literatura consultada.

Pela perspectiva dos referenciais teóricos desta pesquisa, concluímos que dificilmente os temas geradores serão voltados para uma educação com vistas a aspectos da realidade local do educando. Pois, com base nos estudos de Freire (1987), observamos que nos documentos, a realidade dos alunos não é considerada, e quando se refere a ela, essa se encontra alheia à existência dos alunos. Percebemos a necessária formação do aluno, por meio do *conflito positivo*, a fim de assegurar a reflexão dos valores legitimados pelos grupos sociais dominantes.

O aluno e o professor são reféns de uma estrutura curricular que não responde a altura de um verdadeiro ensino para criar a cidadania, a consciência humana, e o desenvolvimento pleno do indivíduo, que se consolida apenas para manter o homem como sujeito dominado.

Por outro lado, verificamos que é possível a aplicação dos processamentos dos queijos e dos doces de leite, como temas geradores para o Ensino de Química em seu conteúdo de Bioquímica. Sendo uma prática que exige esforço do professor para buscar conhecimentos adequados e, assim, se empenhar em sua aplicação. Como também humildade, para aprender durante o processo, o qual permite a integração entre a teoria e a prática, fundamental para a libertação dos sujeitos.

O uso de temas geradores facilita a integração entre o conhecimento científico e o cotidiano do aluno, dando significado à estruturação cognitiva de seu saber, possibilitando a consolidação da criatividade, simbolismos, integração com conceitos concretos e abstratos o que permite a compressão do aluno, no nível *operatório formal*.

Pensamos, a partir disso, uma necessária mudança conceitual em relação ao modo que os conteúdos são abordados, para melhor facilitar a aprendizagem desse aluno. Difícil de imaginar, não seria, para o estudante, principalmente oriundo da zona rural, ou, de cidades com economia voltadas para pecuária e agricultura, como caso de Inhumas e região, aprender a bioquímica e seus mecanismos, a partir de tópicos cotidianos. Neste sentido, as reflexões de Freire (1987), são reveladoras de uma prática educacional assentada no diálogo entre educador e educando, na qual, ambos vão percebendo, criticamente como estão sendo, no mundo em que se encontram.

Então, seria importante pensar um ensino que venha a favorecer a vida do educando e seu desenvolvimento, não apenas para a mão-de-obra barata do mercado de trabalho, mas de revelar como o aluno se relaciona com as condições objetivas de seu aprendizado. Nesse sentido, o ensino existiria para melhorar ou modificar a realidade, trazendo conhecimento, possibilidade de interação e respeito a outros seres humanos. Não deixamos de pensar em uma utopia, em que possamos chegar a um clímax de sociedade, capaz de respeitar seus indivíduos e garantir o acesso a todos às necessidades básicas fundamentais à vida. No entanto, concluímos que só o uso de metodologias de ensino, como os temas geradores, por exemplo, não levará a uma transformação da realidade. Essa mudança virá com a tomada de consciência de classe que transforma os trabalhadores explorados pelo capital, em sujeitos ativos e críticos, capazes de pensarem uma sociedade e uma educação para além do capital.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria. **Da alquimia à Química**: um estudo sobre a passagem do pensamento mágico-vitalista ao mecanicismo. São Paulo/SP. Landy Editora, 2001. 248p.
- APPLE, Michael W. **Ideologia e currículo**. Tradução: Vinícius Figueira. 3. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006. 288p.; 23 cm. ISBN: 978-85-363-0598-1.
- ARAGÃO, Maria José. A Bioquímica. In: _____. **História da química**. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. cap. 18, p. 186-195. ISBN 978-85-7193-199-2.
- ARAÚJO, Júlio M. A. Escurecimento não enzimático. In: **Química de alimentos: teoria e prática**. 5. ed. atual. ampl. Viçosa, MG: Ed UFV, 2011. cap. 15. p.437-457.; 24 cm. ISBN: 978-85-7269-404-9.
- BOBBIO, Paulo A.; BOBBIO, Florinda Orsatti. Carboidratos. In. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 2001, cap. 4, p.47-59. ISBN: 85-85519-12-6.
- BOTTOMORE, Tom. **Dicionário do pensamento marxista**. Zahar, 1988. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/2543654/mod_resource/content/2/Bottomore_dicion%C3%A1rio_pensamento_marxista.pdf. Acesso em: 18 de Jun. 2019.
- BRASIL, [LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (1996)]. **Lei nº 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, [1996]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/.htm. Acesso em mar 2019.
- _____. **Lei Nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2015-2018/2017/lei/113415.htm. Acesso em nov de 2018.
- _____. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, [1988]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em set de 2019.
- _____. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). **Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio**. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em jan de 2019.
- _____. MEC – Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**; volume 2. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Capítulo 4 – Brasília, p. 99-140, 2006. (Orientações curriculares para o ensino médio ; volume 2) ISBN 85-98171-43-3. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em Out de 2018.
- _____. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros curriculares nacionais: **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf> . Acesso em mai de 2018.
- _____. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO (MEC); SECRETARIA DE EDUCAÇÃO MÉDIA E TECNOLÓGICA (SEMTEC). **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais**

complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. 2002. Disponível em: Acesso em jun de 2018.

BRAVERMAN, Harry. **Trabalho e capital monopolista: a degradação do trabalho no século XX.** Tradução de Nathanael C. Caixeiro. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 1987. p. 49-147.

CHASSOT, Attico Inácio. **A ciência através dos tempos.** 2. ed. Reformada. São Paulo: Moderna, 2011. 280p. (Coleção polêmica) ISBN 85-16-03947-1.

_____. **Buscando um ensino menos apolítico.** In: _____(Org.). Alfabetização Científica: questões e desafios para a Educação. 8. ed. São Paulo: Moderna, 2018. 280p.121-136. (Coleção Educação em Ciências) ISBN 978-85-419-0253-3.

_____. Nossos três interrogantes capitais. In: _____(Org). **Catalisando transformações na educação.** Ed Unijuí, 1995.

CONNELL, Robert W. Pobreza e educação. **Pedagogia da exclusão: crítica ao neoliberalismo em educação,** 19 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, p. 11-40. 2013. ISBN 978-85-326-1514-5.

CORREIA Celia de Fatima Santiago; ET. AL. O estudo da química no cotidiano: **as dificuldades para os alunos no ensino de Química.** Ensino Médio em diálogo. 2015. Disponível em: <http://www.emdialogo.uff.br/content/o-estudo-da-quimica-no-cotidiano-dificuldades-para-os-alunos-no-ensino-de-quimica>. Acesso em nov de 2019.

COULTATE, T. P. **Alimentos: A Química de seus Componentes.** 3. ed. São Paulo: Artmed Editora, 2004. ISBN: 0-85404-513-9.

DA SILVA, Andressa Araújo. A construção do conhecimento científico no ensino de Química. **Revista Thema,** v. 9, n. 2, 2012. Disponível em: <http://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/130/78>. Acesso em mar de 2019.

DALES, Richard C. A twelfth-century concept of the natural order. **Viator,** v. 9, p. 179-192, 1978.

DAS NEVES, Luiz Seixas; FARIAS, Robson Fernandes de. **História da Química: um livro-texto para a graduação.** 2. ed. Átomo, 2011. p. 9-81. ISBN 978-85-7670-163-7.

DE FRANÇA, Caio Galvão; DEL GROSSI, Mauro Eduardo; DE AZEVEDO MARQUES, Vicente PM. **A agricultura familiar faz bem ao Brasil.** 2010. Disponível em: <http://www.mstemdados.org/sites/default/files/A%20a%20gricoltura%20familiar%20faz%20bem%20ao%20Brasil%20-%20Caio,%20Mauro,%20Vicente%20-%202006.pdf>. Acesso em jan de 2020.

DELIZOICOV, Demétrio. La educación en ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia,** v. 1, n. 2, p. 37-62, 2008. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37486>. Acesso em mai de 2020.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria Castanho Almeida. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos.** Colaboração: Antônio Fernando Gouvêa da Silva. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009. 365p. – (Coleção Docência em Formação / Coordenação Antônio Joaquim Severino, Selma Garrido Pimenta). ISBN 798-85-249-0858-9.

DEMIATE, Ivo Mottin; KONKEL, Francisco Eneias; PEDROSO, Ricardo Alexandre. Avaliação da qualidade de amostras comerciais de doce de leite pastoso-composição química. **Food Science and Technology,** v. 21, n. 1, p. 108-114, 2001. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612001000100023&script=sci_arttext. Acesso em: nov. 2019.

DE-SOUZA, Paulo Henrique. **Módulo temático no ensino de Química: desafios e contribuições na formação docente** [manuscrito]. Inhumas, 2015. 38 f. Trabalho de conclusão de curso (TCC) – Instituto Federal de Goiás, Campus Inhumas, Coordenação do Curso de Licenciatura em Química, 2015.

EPAMIG. **Queijo Minas Artesanal - Principais problemas de fabricação**: manual técnico de orientação ao produtor. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. 40p. ISBN 978-85-99764-43-5. Disponível em: <http://www.epamig.br/download/queijo-minas-artesanal-principais-problemas-de-fabricacao/>. Acesso em: dez. 2019.

FARIAS, Robson Fernandes de. Para gostar de ler a História da Química. V. 1. **Campinas/SP, Editora átomo**, 2003.

FARIAS, Robson Fernandes de; DAS NEVES, Luiz Seixas; SILVA, Denise Domingues da. História da química no Brasil. 3. ed. **Campinas/SP, Editora átomo**, 2010. ISBN: 978-85-7670-135-4.

FONSECA, M. R. M. **Química**: ensino médio. São Paulo: Ática, v.3; 2016

FOUREZ, Gerard. **O método científico**: A comunidade científica. In: _____. **A construção das ciências**. Tradução: Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Unesp, 1995. p.92 ISBN 85-7139-083-5.

FRANCISQUINI, Júlia d'Almeida et al. Avaliação da intensidade da reação de Maillard, de atributos físico-químicos e análise de textura em doce de leite. **Revista Ceres**, v. 63, n. 5, p. 589-596, 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-737X2016000500589&script=sci_arttext&tlng=pt . Acesso em nov de 2019.

FREIRE, Paulo. Entrevista: 'A educação é um ato político'. **Cadernos de Ciência** 24, 1991. Disponível em: http://acervo.paulofreire.org:8080/jspui/bitstream/7891/1357/3/FPF_OPF_07_015.pdf. Acesso em mar de 2020.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 17ª edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra, p. 259-268, 1987. Disponível em: <https://cpers.com.br/wp-content/uploads/2019/10/Pedagogia-do-Oprimido-Paulo-Freire.pdf>. Acesso em set 2018.

GOIÁS, [SEDUC-GO - Secretaria de Educação do Estado de Goiás (2012)]. **Currículo Referência da Rede Estadual de Educação de Goiás**: versão experimental. Goiânia, GO: 2012, p. 354-380. Disponível em: <http://www.seduc.go.gov.br/imprensa/documentos/arquivos/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia/Curr%C3%ADculo%20Refer%C3%Aancia%20da%20Rede%20Estadual%20de%20Educa%C3%A7%C3%A3o%20de%20Goi%C3%AAs!.pdf>. Acesso em: maio 2018.

GOMES, Rafaela Sampaio; MACEDO, S. da H. Cálculo estequiométrico: o terror nas aulas de Química. **Vértices**, v. 9, n. 1, p. 149-160, 2007. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/edf4/4d58a8fe1c48deb7dc2656a5eddf03223e24.pdf>. Acesso em: nov. 2019.

HERRON, J. Dudley. **Piaget para Químicos**: Explicando o que “bons” estudantes não conseguem compreender. Tradução e adaptação, para estudo: Paulo A. Porto. **Journal of Chemical Education**, v. 52, n. 3, p. 146-150. 1975. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3404875/mod_resource/content/1/Herron_PiagetParaQuimicos_1975_a.pdf> Acesso em: Mai 2018.

HOBBSAWM, Eric J. **Da Revolução Industrial inglesa ao imperialismo**. Tradução: Donaldson Magalhães Garschagen. 6. ed. 4. reimp. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2016. ISBN 978-85-309-3536-8.

_____. **A era das revoluções: 1789-1848**. Tradução: Maria Tereza Teixeira e Marcos Penchel. 40. ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Editora Paz e Terra, 2018. ISBN 978-85-7753-099-1.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. SIDRA. **Leite**. 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/leite/brasil>. Acesso em jun de 2020.

IPHAN. **Modo artesanal de fazer queijo de Minas** : serro, serra da canastra e serra do salitre (alto Paranaíba) / Instituto do Patrimônio histórico e artístico nacional. – Brasília, DF : Iphan, 2014. 140 p. – (Dossiê Iphan ; 11) ISBN: 978-85-7334-244-4. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/uploads/publicacao/Dossie_Queijo_de_Minas_web.pdf. Acesso em: dez. 2019.

JAKI, Stanley L. **Science and creation, from eternal cycles to an oscillating universe**. SL. New York, NY (USA): Neale Watson Academic Publications, 1986. 367 p.

JESUS, Honório Coutinho de. Show de química: aprendendo química de forma lúdica e experimental. 2. ed. **Vitória: UFES, Proflex**, 2013. p 1-29. ISBN 978-85-8173-058-5.

JUNIOR, Marco Antonio Mitidiero; BARBOSA, Humberto Junior Neves; DE SÁ, Thiago Hérick. Quem produz comida para os brasileiros? 10 anos do Censo Agropecuário 2006. **PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 18, n. 3, 2017. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/pegada/article/view/5540>. Acesso em Jan de 2020.

KLEIN, Manuela Poletto; JONG, Erna Vogt de; RÉVILLION, Jean Philippe Palma. Utilização da β -galactosidase para prevenção da cristalização em doce de leite. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1530-1535, 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542010000600025&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em Jan de 2020.

KOHAN, Néstor. **Dicionário básico de categorias marxistas**. V. 23, 2014. Disponível em: <https://pcb.org.br/portal/docs1/texto3.pdf>. Acesso em: 18 de Jun. 2019.

KONKEL, Francisco Eneias et al. Avaliação sensorial de doce de leite pastoso com diferentes concentrações de amido. **Food Science and Technology**, v. 24, n. 2, p. 249-254, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612004000200015&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em out 2019.

KUENZER, Acacia Zeneida. Exclusão incluyente e inclusão excluyente: a nova forma de dualidade estrutural que objetiva as novas relações entre educação e trabalho. **Capitalismo, trabalho e educação**, v. 3, p. 77-96, 2002. Disponível em: http://forumeja.org.br/go/files/13%20Exclusao%20Includente%20Acacia%20Kuenzer_1.pdf. Acesso em mai de 2018.

LAGUNA, Luis Eduardo; DO EGITO, Antônio Silvío. Fabricação de doce de leite de cabra tipo pastoso. **Embrapa Caprinos. Circular Técnica**, 1999. Disponível em: <https://www.infoteca.cnpti.embrapa.br/bistream/doc/515310/1CT22.pdf>. Acesso em out de 2018.

LE COUTEUR, Penny.; BURRESON, Jay. **Os Botões de Napoleão**: As 17 moléculas que mudaram a história. Tradução: Maria Luiza X de A. Borges. Rio de Janeiro, Zahar, 2006. ISBN 978-85-7110-924-7.

LIMA, A. C. et al. Produção de doces, geleias e compotas em agroindústria familiar artesanal. **Embrapa Agroindústria Tropical-Documentos (INFOTECA-E)**, 2018. Disponível

em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187028/1/DOC18008.pdf>> Acesso em jan de 2020.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**, Volume 3, Editora Ática. **São Paulo**, p. 115-174, 2016.

LISBOA, J. C. et al. **Ser Protagonista–Química**. 3.º ano Ensino Médio. São Paulo: edições SM, 3.ª ed. v. 3, 2016.

MACHADO, Andréa Horta; MORTIMER, Eduardo Fleury. Química para o Ensino Médio: Fundamentos e Pressupostos e o fazer cotidiano. In. ZANON, Lenir Basso; MALDANER, Otávio Aloísio (Orgs). **Fundamentos e Propostas de Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Editora Unijuí, 2007. p. 21-41. (Coleção Educação em Química) ISBN 978-85-7429-602-9.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Em Extensão**, v. 7, n. 1, 2008. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/download/20391/10861/>. Acesso em out de 2019.

MEC – Ministério da Educação e Cultura. **Secretaria de Educação Básica (SEB)**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secretaria-de-educacao-basica/apresentacao>. Acesso em Mai de 2020.

MÉSZÁROS, István. **A Educação para além do Capital**. In: _____. O desafio e o fardo do tempo histórico: o socialismo no século XXI. Tradução: Ana Cotrim, Vera Cotrim. São Paulo: Boitempo Editorial, 2007. p. 195-223. ISBN 978-85-7559-100-0.

MILLER JR, G. Tyler. **Ciência Ambiental**. 11 ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MONTEIRO, Rodrigo Paranhos; MATTA, Virginia Martins da. **Queijo Minas Artesanal : Valorizando a Agroindústria Familiar**. Brasília, DF: Embrapa; Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2018. PDF (102 p.) ISBN 978-85-7035-869-1 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1110185/queijo-minas-artesanal-valorizando-a-agroindustria-familiar>. Acesso em: jan. 2020.

MORTIMER, Eduardo Fleury; MACHADO, Andréa Horta; ROMANELLI, LilavateIzapovitz. A proposta curricular de Química do Estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n2/2131.pdf> Acesso em: Mar de 2019.

MST - **Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra**. DEISTER, Jaqueline. Movimento Agricultura familiar é responsável por 70% dos alimentos consumidos no Brasil. As atividades organizadas pelo Movimento dos Pequenos Agricultores ocorrem em cerca de 17 estados do Brasil. nov, 2017. Disponível em: <https://mst.org.br/2017/11/03/agricultura-familiar-e-responsavel-por-70-dos-alimentos-consumidos-no-brasil/>. Acesso em Mai de 2020.

NASCENTE, Adriano Stephan. Caracterização morfológica de progênies nativas de guariroba (*Syagrus oleracea* Becc.) no Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 2, p. 113-115, 2003. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2530/253021544009.pdf> . Acesso em: fev. 2020.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. Tradução: Ana Beatriz Gorini da Veiga... et. al. 6. ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2014. p. 1-12. ISBN 978-85-8271-073-9.

ORDÓÑEZ, Juan A. et al. Tecnologia de alimentos - Alimentos de Origem animal. **Porto Alegre: Artmed**, v. 2, p. 219-239, 2005. ISBN 85-363-0431-6.

ORNELLAS, Lieselotte Hoeschl. Alimentação através dos tempos. In: **Alimentação através dos tempos**. 2. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 307p. 2000.

PERRONE, Ítalo Tuler. Tecnologia para a fabricação de doce de leite. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 62, p. 43-49, 2007. Disponível em: https://docgo.net/view-doc.html?utm_source=artigo-tecnologia-para-a-a-fabricacao-de-doce-de-leite-pdf/. Acesso em: dez. 2019.

PERRY, Katia S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 293-300, 2004. Disponível em: http://quimicanova.sbq.org.br/detalhe_artigo.asp?id=3951. Acesso em: mar. 2019.

PIAGET, Jean. Seis estudos de psicologia Trad. **Maria Alice Magalhães D'Amorim e Paulo Sérgio Lima Silva**. Rio de Janeiro: **Forense Universitária**, 1999.

RAMÍREZ-NAVAS, Juan Sebastián. **Liofilización de alimentos**. Revista ReCiTeIA, 2006. Disponível em: https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=hNckTLfmPI4C&oi=fnd&pg=PP1&dq=chu%C3%B1o+e+liofiliza%C3%A7%C3%A3o&ots=pn_cVEAmC8&sig=WcKe3qz-e1N5WzSFo60jhHPyp_A#v=onepage&q=chu%C3%B1o%20e%20liofiliza%C3%A7%C3%A3o&f=false. Acesso em jun de 2020.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA**, v. 18, p. 1-8, 2016. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Acesso em out de 2019.

SANTOS, Anderson Oliveira et al. Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia plena**, v. 9, n. 7 (b), 2013.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. Cortez editora, 2002.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CÓRDOVA, Fernanda Peixoto. Unidade 2—A pesquisa científica. **Métodos de pesquisa**, v. 1, 2009. p.31-42. Disponível em: https://www.cesadufs.com.br/ORBI/public/uploadCatalogo/11315818082016Pratica_de_Pesquisa_I_Aula_2.pdf. Acesso em jan de 2020.

SOBRAL, Denise et al. Principais defeitos de queijos minas artesanais fabricados na região da Canastra. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 72, n. 3, p. 174-183, 2017. Disponível em: <https://rilct.emnuvens.com.br/rilct/article/download/621/447> Acesso em dez de 2019.

SWAISGOOD, Harold E. Características do Leite. In: FENNEMA, Owen R.; DAMODARAN, Srnivasan; PARKIN, Kirk L. **Química de alimentos de Fennema**. Tradução: Adriano Brandelli...[et al.]. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010, p. 689-715. ISBN: 978-85-363-2248-3

TADEU, Tomaz. **Documentos de identidade: uma introdução às teorias do currículo**. 3. ed. 2. reimp. Belo Horizonte: Autêntica, 2011. 156p. ISBN 978-85-86583-44-5.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Temas ambientais como "temas geradores": contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar em Revista**, n. 27, p. 93-110, 2006. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-40602006000100007&script=sci_arttext. Acesso em jan de 2020.

VOET, Donald; VOET, Judith G. **Bioquímica**. 4.^a ed. Porto Alegre: Artmed; 2013

WOODS JR, Thomas E. A Igreja e a Ciência. In:_____. **Como a Igreja Católica construiu a civilização ocidental**. Tradução: Élcio Carrilho. São Paulo: Quadrante-Sociedade de Publicações Culturais, 2008.p. 63-109. ISBN 978-85-7565-125-5.

APÊNDICE



**MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Material Textual / Livro Paradidático

**APRENDENDO QUÍMICA COM SABOR – BIOQUÍMICA DO DOCE DE
LEITE E DO QUEIJO – TEMAS GERADORES PARA O ENSINO DE
QUÍMICA**

**PAULO HENRIQUE DE SOUZA
DR. JOÃO ROBERTO RESENDE FERREIRA**

2020