



**UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO  
MARANHÃO**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO**

**PPGE**  
Programa de  
Pós-Graduação em Educação

**JANE DA PAZ PONTES SOUZA**

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA NA ÁREA DE QUÍMICA: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO COM  
ALIMENTOS**

São Luís  
2021

JANE DA PAZ PONTES SOUZA

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA NA ÁREA DE QUÍMICA: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO COM  
ALIMENTOS**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de mestre em Educação.

**Linha de pesquisa:** Formação de professores e práticas educativas

**Orientadora:** Profa. Dra. Albiane Oliveira Gomes

São Luís  
2021

Souza, Jane da Paz Pontes.

Sequência de ensino investigativa para aprendizagem significativa na área de química: uma contextualização com alimentos / Jane da Paz Pontes Souza. – São Luís, 2021.

132 f

Dissertação (Mestrado Profissional) – Curso de Educação, Universidade Estadual do Maranhão, 2021.

Orientadora: Profa. Dra. Albiane Oliveira Gomes.

**Elaborado por Giselle Frazão Tavares - CRB 13/665**

JANE DA PAZ PONTES SOUZA

**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA NA ÁREA DE QUÍMICA: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO COM  
ALIMENTOS**

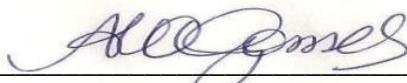
Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual do Maranhão, como requisito para obtenção do grau de mestre em Educação.

**Linha de pesquisa:** Formação de professores e práticas educativas

**Orientadora:** Profa. Dra. Albiane Oliveira Gomes

Aprovada em: 21/06/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



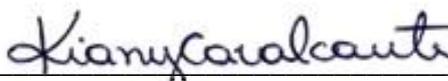
---

Profa. Dra. Albiane Oliveira Gomes (Orientadora)  
Doutora em Educação - UFPA  
Universidade Estadual do Maranhão



---

Prof. Dr. Jackson Ronie Sá Silva  
Doutor em Educação - UNISINOS  
Universidade Estadual do Maranhão



---

Profa. Dra. Kiany Sirley Brandão Cavalcante  
Doutora em Ciências - UFPB  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão

Dedico este trabalho ao meu querido esposo Antônio Geif e aos meus preciosos filhos Levi e Lucas por todo amor e dedicação dispensados a mim ao longo de nossa história juntos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me alcançado com Sua Graça e ter me permitido mais essa conquista.

Ao maior presente que Deus me deu aqui na Terra, minha querida família, meu amado esposo Antônio Geif e aos frutos de nossa união no Senhor, nossos lindos filhos Levi e Lucas, pelo apoio e compreensão durante toda a execução deste trabalho, e pelo amor, respeito e cuidado constantes.

Ao meu querido irmão, Kardec Paz Pontes (*in memoriam*), um dos meus maiores incentivadores, pela motivação que me concedia em todas as etapas de minha vida, e pela alegria compartilhada nas minhas conquistas familiares, intelectuais e profissionais.

À orientadora desta pesquisa de investigação, profa. Dra. Albiane Oliveira Gomes, exemplo de profissional, simpatia, dinamismo e simplicidade, pelas valiosas contribuições que muito enriqueceram este trabalho, como também pelo encorajamento em cada etapa vivenciada.

Aos professores da banca examinadora desse trabalho profa. Dra. Kiany Sirley Brandão Cavalcante e prof. Dr. Jackson Ronie Sá Silva pelas contribuições que trouxeram aprimoramento ao resultado do trabalho realizado.

Aos meus colegas de curso, que compartilham desse mesmo sonho, obrigada pelo convívio, respeito, compartilhamento de experiências e companheirismo ao longo do curso acadêmico.

A todos os professores que participaram desse processo de formação acadêmica, pela dedicação e ensinamentos disponibilizados nas aulas.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação do Mestrado Profissional, pela estruturação e coordenação das ações do mestrado que viabilizaram este trabalho.

À UEMA, por ter me proporcionado esses anos de formação profissional.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

*“O conhecimento humano é construído; a aprendizagem significativa subjaz essa construção”.*

(Joseph Donald Novak)

## RESUMO

A presente dissertação de Mestrado se refere a uma sequência de ensino investigativa na área de Química, como uma proposta contextualizada na área de alimentos. O problema que orientou esta investigação foi: Como pensar uma proposta pedagógica a partir de uma sequência de ensino investigativa que resulte em uma aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizadora na área de Química. O percurso metodológico envolveu pesquisa bibliográfica fundamentada por Lakatos e Marconi (1990) e a abordagem da pesquisa foi de cunho qualitativo segundo Minayo (1994). A sequência de ensino investigativa possibilita ao professor desenvolver o ensino de Química de forma a torná-lo consistente, voltado para a investigação científica, e favorável à construção de um comportamento reflexivo e crítico, sensível à resolução de questões do cotidiano, de forma contextualizada, integrada às principais mudanças e transformações que ocorrem no mundo. Como produto temos uma proposta pedagógica organizada na forma de uma sequência de ensino investigativa com o tema: “A Química do café e do pão: vamos tomar um café com pão quentinho?”. Chegamos a uma proposta que conseguiu contemplar a dimensão do ensino-aprendizagem, alcançando as variáveis que interferem em todo o trajeto de construção do conhecimento Químico, possibilitando ao professor um olhar holístico do processo e de cada etapa de seu desenvolvimento. Os autores utilizados para o diálogo, Piaget, Vigotsky, Ausubel e Freire, complementam-se epistemologicamente em cada etapa de desenvolvimento e construção dos conhecimentos estabelecidos na Sequência de Ensino Investigativa.

**Palavras-chaves:** Sequência de Ensino. Investigação. Aprendizagem. Química.

## ABSTRACT

This master's dissertation refers to an investigative teaching sequence in the Chemistry area as a contextualized proposal about food. The research problem that guided this inquiry was: How to think up a pedagogical proposal through an investigative teaching sequence that results in meaningful, social interactionist, and problematizing learning in the Chemistry area? The methodological path included bibliographic research grounded on Lakatos and Marconi (1990), and the study approach was qualitative, according to Minayo (1994). The investigative teaching sequence enables the teacher to develop Chemistry teaching consistently, directed to scientific investigation, and favorable to the construction of critical and reflexive behavior, sensible to the resolution of daily life problems, in a contextualized manner, integrated to the main changes and transformations that the world goes through. The product of this research is a pedagogical proposal organized in the form of an investigative teaching sequence with the theme: "The Chemistry of coffee and bread: let's have coffee and warm bread?" We framed a proposal that was able to incorporate the teaching-learning dimension, reaching the variables that influence all the paths to build Chemistry knowledge, providing teachers with a holistic view of the process and each stage of its development. The authors referred to in the dialogue – Piaget, Vygotsky, Ausubel, and Freire - complement each other epistemologically at each stage of development and construction of established knowledge in the Investigative Teaching Sequence.

**Keywords:** Teaching sequence. Investigation. Learning. Chemistry.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 - Estrutura da Sequência de Ensino Investigativa com o tema café .....	85
Quadro 2 - Estrutura da Sequência de Ensino Investigativa com o tema pão .....	85
Quadro 3 - Matriz proposicional com as etapas da Sequência de Ensino Investigativa ..	94
Quadro 4 - Matriz de Avaliação da Sequência de Ensino Investigativa .....	95

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Os três níveis conceituais da Química .....	43
Figura 2 - Esquema de representação do princípio de assimilação .....	75

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BM	Banco Mundial
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNE	Conselho Nacional de Educação
CONEP/CEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa/Comitê de Ética em Pesquisa
ENADE	Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes
EUA	Estados Unidos da América
ICIRA	Instituto de Pesquisa e Treinamento em Reforma Agrária
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação e Cultura
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PPGE	Programa de Pós-Graduação em Educação
SD	Sequência Didática
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
SINAES	Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior
UEMA	Universidade Estadual do Maranhão
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para Infância

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>2 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1 O que é uma sequência de atividades .....</b>	<b>29</b>
<b>2.2 As variáveis metodológicas na intervenção na aula .....</b>	<b>30</b>
<b>2.3 Os referenciais para a análise da prática .....</b>	<b>32</b>
<i>2.3.1 A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem ...</i>	<i>32</i>
<i>2.3.2 Tipologia dos conteúdos de aprendizagem .....</i>	<i>34</i>
<i>2.3.2.1 Conteúdos Conceituais .....</i>	<i>34</i>
<i>2.3.2.1.1 Conteúdos Conceituais e Princípios .....</i>	<i>35</i>
<i>2.3.2.1.2 Conteúdos Factuais .....</i>	<i>35</i>
<i>2.3.2.2 Conteúdos Procedimentais .....</i>	<i>36</i>
<i>2.3.2.3 Conteúdos Atitudinais .....</i>	<i>36</i>
<b>3 CONCEPÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS NO ENSINO DE QUÍMICA</b>	<b>38</b>
<b>3.1 O ensino de Ciências da natureza .....</b>	<b>38</b>
<i>3.1.1 Experimentação problematizadora ..</i>	<i>41</i>
<b>3.2 O ensino de Ciências/Química .....</b>	<b>42</b>
<i>3.2.1 Aspectos fenomenológicos do conhecimento químico .....</i>	<i>44</i>
<i>3.2.2 Aspectos teóricos do conhecimento químico .....</i>	<i>45</i>
<i>3.2.3 Aspectos representacionais do conhecimento químico .....</i>	<i>45</i>
<b>3.3 O ensino de Ciências/Química por investigação .....</b>	<b>46</b>
<b>4 CONCEPÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS SOBRE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E DA APRENDIZAGEM .....</b>	<b>50</b>
<b>4.1 Conceitos relevantes para a compreensão do processo de desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2 Teóricos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem e algumas de suas principais contribuições .....</b>	<b>58</b>
<i>4.2.1 A teoria construtivista do desenvolvimento cognitivo humano de Jean William Fritz Piaget.....</i>	<i>58</i>
<i>4.2.1.1 Conceitos-chave da teoria de Piaget: assimilação, acomodação e equilíbrio ..</i>	<i>59</i>
<i>.....</i>	<i>59</i>
<i>4.2.1.2 Interação social .....</i>	<i>61</i>

4.2.2 A teoria do desenvolvimento cognitivo de Lev Semenovich Vygotsky .....	63
4.2.2.1 A teoria sócio-histórico-cultural da aprendizagem de Lev Vygotsky .....	64
4.2.2.2 O método experimental de Lev Vygotsky .....	67
4.2.3 A teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel .....	69
4.2.3.1 A aprendizagem mecânica .....	70
4.2.3.2 A aprendizagem significativa .....	71
4.2.3.3 Tipos de aprendizagem significativa .....	74
4.2.4 A pedagogia libertadora de Paulo Freire .....	76
4.2.4.1 A educação segundo Paulo Freire .....	77
4.2.4.2 O método Paulo Freire .....	80
<b>5 A TESSITURA DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA .....</b>	<b>83</b>
<b>5.1 Caracterização do Produto .....</b>	<b>84</b>
<b>5.2 Matriz Proposicional e Matriz de Avaliação .....</b>	<b>89</b>
<b>6 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, SOCIOINTERACIONISTA E PROBLEMATIZADORA NA ÁREA DE QUÍMICA: RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>97</b>
<b>6.1 A Sequência de Ensino Investigativa .....</b>	<b>97</b>
<b>6.2 O ensino de Ciências/Química .....</b>	<b>101</b>
<b>6.3 O ensino de Ciências por investigação .....</b>	<b>104</b>
<b>6.4 O desenvolvimento de competências .....</b>	<b>106</b>
<b>6.5 Implicações das teorias do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem .....</b>	<b>107</b>
6.5.1 Segundo Jean Piaget .....	108
6.5.2 Segundo Lev Vygotsky .....	111
6.5.3 Segundo David Ausubel .....	115
6.5.4 Segundo Paulo Freire .....	118
<b>7 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>122</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXO I .....</b>	<b>130</b>
<b>ANEXO II .....</b>	<b>131</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No final do século XX, a crise do capitalismo global e as discussões acerca do papel do Estado haviam culminado em uma grande Reforma Administrativa que deu origem ao neoliberalismo. No Brasil, especificamente a partir dos anos 90, aconteceram profundas transformações gerenciais com a reforma do Estado, reflexos desses acontecimentos que se estenderam a todas as áreas sociais, dando um novo rumo à sua forma de organização, desenvolvimento de suas atividades e busca de resultados.

No início de 1995, quem comandava o poder público executivo nacional no Brasil era o então presidente Fernando Henrique Cardoso, quando foi aprovado o Plano Diretor da Reforma do Aparelho do Estado. No referido Plano, foram delineadas as dimensões estruturais para o conjunto das reformas que se pretendiam alcançar no Estado brasileiro seguindo a versão neoliberal hegemônica estabelecida mundialmente e já consolidada como uma nova ordem global.

Para o Governo Federal, a Reforma Administrativa do Estado passou a ser um instrumento primordial na busca pela sedimentação da estabilização financeira pretendida, de forma a garantir o crescimento sustentável da economia, o desenvolvimento e o progresso nacional. Era a maneira que o poder público buscava para viabilizar a forma de desenvolver uma política fiscal sustentável e se projetar internacionalmente no mercado exterior competitivo que estava se formando com esse novo modelo (BRASIL, 2010, p. 373).

Para se tornar atrativo a outras nações poderosas, e ocupar um lugar no mercado internacional, havia uma urgência no Brasil em investir em mão de obra qualificada. A produtividade demandava a qualificação profissional dos trabalhadores, atribuindo-se automaticamente à educação, a responsabilidade de sustentação dessa nova competitividade moldada no padrão neoliberal mundial da época.

Acompanhando o movimento do fenômeno da globalização e do avanço da tecnologia em todo o mundo, a partir do qual ocorreram mudanças importantes nas relações sociais e econômicas, o país vivenciava uma das maiores mudanças da época com essa Reforma Administrativa. A modernização na máquina gerencial com a substituição do modelo burocrático para o modelo gerencial na busca em atender melhor o capitalismo competitivo funcionou como mola propulsora nesse momento. É estabelecido então no

Brasil, um formato de administração mercadológico, que busca um padrão de eficiência gerencial para melhor servir o mundo do trabalho.

Nesse contexto, organismos internacionais como o Banco Mundial (BM), a Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) e a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) trabalhavam prestando assessoria técnica ao Brasil nos diagnósticos e orientações das políticas públicas nacionais, dentre elas, as educacionais.

A educação é colocada como estratégia para competitividade e ascensão do país na agenda global com o intuito de alinhar as ações dessas políticas às dos países desenvolvidos em resposta à crise do capitalismo vivenciada desde a década de 1970. Esses organismos internacionais definiram as regras de reestruturação econômica e de globalização, no Brasil e na América Latina, evidenciando um novo contexto de mercantilização e privatização da educação nesse continente.

Ainda nos anos 1990, a UNESCO, o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Banco Mundial (BM) financiaram a Conferência Mundial de Educação para Todos, trazendo como resultado o Plano Decenal de Educação para Todos (1993-2003). Participaram dessa conferência 155 governos de países que assumiram o compromisso de assegurar a educação básica de qualidade de maneira igualitária. Era o Brasil se engajando em uma agenda mundial para o progresso e o desenvolvimento econômico do qual não sairia mais.

Os nove países com os piores indicadores educacionais do mundo: Brasil, Bangladesh, China, Egito, Índia, Indonésia, México, Nigéria e Paquistão, organizaram suas estratégias de ação para superar essa situação de desvantagem e desalinhamento social com o apoio e a assessoria desses organismos.

O Brasil era um dos países da lista com maior nível de analfabetismo e disparidades educacionais consideráveis, devido à grande extensão territorial e outros fatores políticos vivenciados naquele momento. Ele se comprometeu em viabilizar ações para a reversão desse quadro difícil, posicionando-se no sentido de tomar decisões que projetassem o país para uma realidade melhor e mais sustentável economicamente.

As estratégias traçadas na conferência se pautaram nas necessidades básicas de aprendizagem, na eliminação da discriminação social e das diferenças na educação, na atenção aos desamparados e nos portadores de necessidades especiais.

Muitas medidas corretivas foram tomadas e se tornaram públicas por meio da legitimação de leis, resoluções, portarias, decretos, entre outros instrumentos oficiais. Na

área da educação, uma delas foi a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), Lei n.º 9.394/1996, em que o princípio transversal do sistema de ensino no Brasil muda o foco do eixo principal, que passa a ser a aprendizagem do aluno, diferente do formato anterior, que valorizava a liberdade de ensino.

Mais recentemente, e ainda seguindo as orientações dos órgãos internacionais, o Ministério da Educação (MEC), por meio do Conselho Nacional de Educação (CNE), publicou em dezembro de 2018 a última versão da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) contemplando o ensino médio.

Nesse documento foi definido que a aprendizagem deve ser efetiva, possibilitando o desenvolvimento das competências (conhecimentos, habilidades, atitudes e valores) que os alunos precisam construir durante o processo de ensino-aprendizagem para atingir seu pleno desenvolvimento humano, deixando-os aptos ao exercício da cidadania, da consciência crítica e preparados para o mercado de trabalho.

Para o alcance da construção dessas competências, a BNCC indica orientações pedagógicas que devem ser seguidas nos planejamentos escolares de forma que os mesmos estejam integrados à proposta estabelecida no documento nacional, a fim de que os alunos desenvolvam o “saber”, o “saber fazer”, bem como o “saber ser” adquiridos durante o processo de desenvolvimento cognitivo e venham a ter condições de resolver questões da vida cotidiana e do mundo do trabalho, buscando alternativas de soluções para os mesmos (BRASIL, 2017).

Contudo, o sistema educacional de todos os países desenvolvidos no mundo, e daqueles que pretendem se tornar membros dos organismos internacionais que controlam e direcionam as políticas públicas desses países, como é o caso do Brasil, servem à lógica capitalista, por conseguinte, à lógica consumista do mercado internacional.

A globalização viabilizou essa mega união estrutural de um sistema que está muito bem estabelecido, e que tem um poder de barganha com os países que ainda não fazem parte desse contexto como membros efetivos no sentido de atraí-los para tornarem-se participantes de fato desse grupo composto pelos países mais ricos e desenvolvidos do mundo.

No caso dos países que estão se preparando para fazer parte desse grupo coeso de modelo de desenvolvimento econômico para o século XXI, como é o caso do Brasil, que sinalizou seu pedido desde 2015, eles têm que se engajar naquilo que já está estruturado, e serve à mola propulsora que gira a concorrência internacional. Para que o país possa

alcançar condições de ter atratividade fiscal ao comércio exterior, deve estar alinhado ao formato internacional apontando para o crescimento e o desenvolvimento produtivo.

Nesse cenário mundial, a educação serve como um poderoso instrumento de adequação e preparação de mão de obra para o sistema neoliberal. Os conceitos e padrões que movem e direcionam o mercado capitalista chegam às escolas legitimados pelas leis nacionais que estão orientadas pelos referenciais de sucesso dos países ricos no mundo; os mesmos que estão cooperando com o Brasil para alcançar a excelência nas políticas públicas rumo ao progresso nacional (ROMAN, 1999).

A forma pela qual a educação está organizada, sua qualidade e o alcance da aprendizagem são mensurados por índices, que são tomados como padrões de desempenho e qualidade para pontuar quem está melhor ou pior na classificação geral dos exames. Esses organismos internacionais que traçam a rota do sucesso econômico, também disponibilizam os instrumentos de avaliação. A forma de avaliar o desempenho do aluno e a qualidade dos cursos e das universidades assume o parâmetro internacional previamente estabelecido (AFONSO, 2013, p. 273).

Para o formato educacional, posto hoje como ideal, estará bem aqueles países que estiverem enquadrados nessas avaliações e alcançarem os índices tidos como referenciais. E a aprendizagem? Como fica? Como se dá um processo de aprendizagem nesse contexto? Essa aprendizagem vai fazer sentido para esse aluno? Vai possibilitá-lo se desenvolver para poder interferir de forma positiva no seu ambiente social? Como se forma esse cidadão pleno? Quais as competências produzidas efetivamente?

E mais, o pensamento Químico está sendo construído? Como essa aprendizagem está constituindo a construção dos conhecimentos Químicos? Como o professor e os alunos participam do processo de elaboração coletiva do conhecimento? O conhecimento Químico está sendo trabalhado nos três níveis<sup>1</sup>: fenomenológico, teórico e representacional necessários para o seu integral entendimento de acordo com Johnstone (1982)? Que processos de significação e sentido estão sendo estabelecidos nas salas de aula de Química?

A educação pensada por países que são orientados pelo crescimento econômico tem condições de alcançar todos os alunos de um país tão diversificado como o nosso,

---

<sup>1</sup> Johnstone (1982) foi um dos primeiros autores a propor um modelo buscando explicar os níveis de representação do conhecimento químico: descritivo e funcional, atômico e molecular e representacional. Machado (2014) baseada em Johnstone usa a mesma classificação alterando apenas a nomenclatura para o primeiro e segundo nível, a autora utiliza: macroscópico, microscópio e representacional.

conseguindo englobar suas realidades e dando-os condições de se apropriarem do pensamento e da linguagem científica, e de se desenvolverem como cidadãos críticos para atuarem na busca de soluções locais com o objetivo de melhoria de vida e utilizando o conhecimento Químico como instrumento de transformação social?

O ensino de Química deve constituir-se como instrumento na formação integral humana, de forma que amplie os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania. Dessa forma, deve ser ministrado de maneira a ser um meio de interpretar o mundo e intervir na realidade, com uma visão de Ciência com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica (MEDEIROS, 2016, p. 18).

Para pensar na educação no Brasil, em busca de um planejamento efetivo, considerando todas as suas peculiaridades e necessidades, como também o que foi colocado anteriormente pelas questões apresentadas, é preciso se ponderar esses questionamentos, senão, muitos mais, para que possa se estruturar um ensino que dê conta de alcançar desde o aluno que tem acesso à escola com tranquilidade, àquele que mal tem o que comer e precisa chegar lá para sobreviver, e depois aprender a viver.

A perspectiva é uma educação que tenha condições de contemplar uma formação cidadã de sujeitos que ocupem seu espaço no mundo assumindo suas vozes, perspectivas e seu lugar na sociedade de maneira integrada e com liberdade de colocar sua visão de mundo para contribuir com a coletividade. Com isso, o professor deve ter o cuidado com práticas educativas que deixam a perspectiva política fora do contexto de sala de aula, tendo em vista a estrutura neoliberal estabelecida na educação. Tratando-se aqui da política como a ciência do debate, do diálogo e do caminho para o alcance de conclusões acerca de determinado assunto (SEVERINO, 2006).

A busca por ações voltadas para o compromisso e a responsabilidade social, assumindo uma postura de exercício da consciência crítica e de atitudes formadoras comprometidas com o diálogo e a ética, devem ser a base que fundamente o trabalho docente comprometido com a mudança e a transformação social (LOPES, 2014). Esse aluno carente que chega à escola precisa entender que é por meio da educação que sua vida pode mudar, e que é possível se construir uma realidade digna com a educação.

As ações do professor em sala de aula são fundamentalmente políticas, e, portanto, podem ser direcionados para alcançar objetivos democráticos. Nesse sentido, esse profissional precisa posicionar sua prática de maneira reflexiva e crítica abrangendo as condições sociais e políticas que envolvem a escola e que influenciem a formação de cidadãos a partir do diálogo e da participação de todos.

Essa prática educativa deve ser planejada com referenciais que permitam interrogá-la, ao mesmo tempo que proporcionem os parâmetros para as decisões que devem ser tomadas (ZABALA, 1998).

Toda a ação docente deve ser também contextualizada de forma que possa favorecer aos alunos uma aprendizagem significativa, que crie sentido para sua realidade, e para o desenvolvimento das competências que os tornem cidadãos críticos, possibilitando-os resolverem situações problema do seu cotidiano, assim como promover nos alunos um comportamento investigativo e reflexivo.

Essa ação contextualizada e voltada para a promoção do desenvolvimento econômico só pode ser possível se for alinhada à cultura científica. O jovem do século XXI, equiparado ao perfil de desenvolvimento, é aquele que seja alfabetizado cientificamente e que esteja com um pensamento e uma linguagem fundamentados nos princípios da ciência como ferramenta social.

O conhecimento científico é um instrumento de apropriação cultural e a sua construção possibilitará a formação de um indivíduo culturalmente engajado no contexto contemporâneo, garantindo mecanismos de intervenção social para o alcance de uma sociedade mais humana e menos monetária.

Uma sociedade com menos desigualdades, mais responsabilidades com o outro e que caminhe para o desenvolvimento científico e tecnológico como melhoria da qualidade de vida para todos.

Dessa forma, se evidencia o valor do papel do ensino das Ciências da Natureza/Química como meio de possibilidade na construção da compreensão de mundo, dos materiais e suas transformações, que o indivíduo precisa ter para relacionar-se como ser integrante desse universo em que ele está inserido.

E, segundo a natureza dessa ciência, esse ensino precisa acontecer por investigação, haja vista que o ensino por investigação cria condições para o desenvolvimento de habilidades cognitivas complexas no aprendizado de conceitos científicos, na compreensão do mundo, de seus materiais e da essência dessa própria ciência.

Quando se busca a construção do conhecimento científico, não há como desenvolvê-lo de forma separada das atividades empíricas, tendo em vista a Química ser uma ciência de natureza experimental. Além disso, com todo o desenvolvimento científico e tecnológico alcançado pela humanidade atualmente, o conhecimento químico tornou-se uma ferramenta cultural indispensável no processo de aprendizagem e de formação profissional do aluno no ensino médio.

Diante do exposto, percebe-se a importância que há em o professor ter uma visão ampla de sua prática educativa, que adote referências para nortear suas ações desde o planejamento, como na aplicação da ação docente e na avaliação.

Esse professor precisa estar munido do conhecimento das variáveis que interferem em sua prática, como também precisa se respaldar em referências que apontem para um processo de ensino-aprendizagem que seja desenvolvido dentro do contexto da função social da Química, e de concepções de aprendizagem que possam ser fundamentados em princípios que a consolidem como um conhecimento que vai fazer sentido para o aluno, que seja construído socialmente e que desenvolva seu caráter reflexivo e crítico.

É imprescindível o conhecimento de como se dá cada etapa do processo de aprendizagem, de quais variáveis mais influenciam nele, na forma como acontece o desenvolvimento das competências, e, na maneira de tornar a sala de aula um mundo de possibilidades de aprendizagens que tenham significado para o aluno.

Há a necessidade de o professor buscar uma prática pedagógica que se preocupe com a alfabetização científica, e que seja vivenciada de forma experimental para promover uma aprendizagem significativa na vida do aluno.

Tornar a sala de aula um ambiente em que o aluno tenha condições de relacionar-se com o objeto do conhecimento de forma a colocá-lo para investigar e explorar fenômenos por meio de experiências significativas é, sem dúvida alguma, um dos grandes princípios da aprendizagem que leva o aluno do senso comum à busca pelo conhecimento científico.

É certo que existem muitas metodologias que tornam essa realidade alcançável, trazendo condições de otimização do trabalho docente e tornando a aula ativa e envolvente, cabendo a cada professor a sensibilidade para usá-las em momentos oportunos de acordo com o conteúdo a ser aplicado.

Pesquisas evidenciam (SILVA, 2014) que alguns professores não conseguem associar as teorias de aprendizagem no seu dia a dia em sala de aula, não aliam as concepções dos grandes teóricos que se detiveram a entender como acontece o desenvolvimento cognitivo e socioemocional do aluno, e quais as variáveis que interferem constantemente no processo.

É certo que os cursos de licenciatura trazem em seu bojo uma disciplina específica que trabalha acerca das concepções de aprendizagem e seus autores que, no caso, é a psicologia da educação; contudo, é necessária uma maior aproximação dessas concepções por parte do professor quando está acompanhando o processo de aprendizagem de seus alunos em sala de aula.

Outro ponto que destacamos é que os conteúdos de Química estão presentes no nosso cotidiano, porém, apesar da familiaridade com os temas, percebemos que os alunos parecem não conseguir ligar os conceitos que utilizam no cotidiano ao seu aprendizado. A natureza teórica e o alto grau de abstração desses conteúdos podem tornar o momento de aprendizagem mais desafiador e, algumas vezes, pouco atrativo para os alunos caso o professor não crie possibilidades pedagógicas estratégicas em sala de aula.

Podemos identificar outras situações que desfavorecem uma aprendizagem significativa: ensino centrado no professor com aulas meramente expositivas usando somente o quadro branco como recurso; uso exclusivo dos livros didáticos que enfatizam a transmissão de conceitos por simples memorização, deixando outros meios de pesquisa de lado; pouca, ou nenhuma experimentação nas aulas, e a aprendizagem com baixos índices de desenvolvimento cognitivo e conceitos trabalhados de forma arbitrária, não articulada com o conhecimento prévio do aluno.

Quando temos de um lado, todas as situações pontuadas anteriormente, e do outro, uma proposta pedagógica que não favoreça um processo de aprendizagem dos conteúdos de Química de maneira mais efetiva e mais motivadora, a forma como as políticas educacionais nacionais estão organizadas vêm, então, brincar com a realidade vivenciada hoje na educação; uma preparação programada para atender tão somente o movimento do mercado de trabalho neoliberal, deixando simplesmente de lado aspectos muito importantes para a formação de um cidadão cientificamente instruído e preparado para atuar em uma sociedade cada vez mais desigual.

Dessa forma, organizamos uma proposta pedagógica em forma de Sequência de Ensino Investigativa, que, de acordo com Carvalho (2020), está definida como um tipo de organização de atividades desenvolvidas de maneira processual, em que se consegue abranger cada etapa de forma planejada, do ponto de vista do material e das intenções didáticas. Ainda conforme a autora, esse tipo de organização do trabalho docente é capaz de conduzir o educando por um processo de construção do conhecimento que vai das ideias espontâneas ao conteúdo científico em condições de compreensão de que esse conhecimento já vem sendo estruturado por gerações anteriores, ou seja, há uma construção de valor histórico também.

A sequência de ensino proposta tomará como fundamento os referenciais teóricos de Antoni Zabala (1998) no que diz respeito ao estabelecimento de critérios para um trabalho processual do ensino, com condições de uma avaliação racional e fundamentada de toda a ação docente.

A concepção de Zabala (1998) se aproxima ao proposto por Carvalho (2020) na medida em que proporciona ao profissional ordenar uma série de atividades que criam as possibilidades de diagnosticar o contexto de trabalho, tomar decisões, atuar e avaliar a pertinência das atuações, com o intuito de reconduzi-las ao sentido adequado (ZABALA, 1998).

A estrutura da sequência de ensino contempla referências que permitem o docente ter uma visão geral do processo de ensino-aprendizagem. Quanto ao ensino, é contextualizada com a função social da Química como instrumento científico e social, tomando por base a estrutura investigativa.

Essa proposta didática que favorece ao professor trabalhar em sala de aula alcançando os três níveis de conhecimento de química que são, de acordo com Machado (2014), o fenomenológico, o teórico e o representacional. Entendendo que o ensino de Química de forma alguma pode realizar-se sem a abordagem fenomenológica para não se restringir meramente às memorizações e representações por meio dos símbolos e fórmulas que fazem parte dessa ciência.

E quanto às concepções de aprendizagem, a sequência traz referenciais que possibilitam o processo de aprendizagem significativa para além do que está posto, um entrelaçamento epistemológico entre quatro teóricos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem, como: Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire.

Zabala (1998) compreende a prática educativa como complexa, segundo o autor: “Na sala de aula acontecem muitas coisas ao mesmo tempo, o que faz com que se considere difícil, quando não impossível, a tentativa de encontrar referências ou modelos para racionalizar a prática educativa” (ZABALA, 1998, p. 14). Nessa perspectiva, buscamos autores que se complementam epistemologicamente para auxiliar o professor a se aproximar dessa complexidade viva e dinâmica da sala de aula de Química.

Além de complexa, a prática educativa também é fluida e difícil de limitar e encontrar soluções com coordenadas simples; por esse motivo, procuramos elementos em quatro autores das teorias de desenvolvimento cognitivo e de aprendizagem para dar consistência a um olhar e uma avaliação mais racional e próxima da realidade, que consiga contemplar o maior número de variáveis que interferem na prática e, conseqüentemente, no processo de ensino-aprendizagem. Esses teóricos não se chocam, pelo contrário, vão se complementando à proporção que cada etapa do processo vai acontecendo.

O interesse pelo objeto de pesquisa surgiu a partir de nossa experiência docente, em que vivenciamos a dinâmica da sala de aula e refletimos acerca dos fatores que estão

envolvidos nela: o processo de aprendizagem dos alunos na disciplina de Química, com identificação das dificuldades que eles têm em relação à compreensão de conteúdos e à construção de conhecimentos relacionados a conceitos e temas abstratos, como também, da forma como a educação segue um padrão que deixa de fora aspectos relevantes para a formação plena de um cidadão alfabetizado cientificamente.

Diante da necessidade que há de o aluno se aproximar do conhecimento científico de forma experimental para que possa desenvolver seus significados e sentidos, é que apresentamos essa proposta pedagógica a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa na perspectiva de ser significativa, sociointeracionista e problematizadora, com o objetivo de promover a formação de um cidadão imbuído de conhecimentos científicos como instrumento de transformação social.

Nesse sentido, a proposta pedagógica apresentada pode ser utilizada pelos docentes que almejem lançar mão desse instrumento para tornar suas salas de aula mais produtivas, com a possibilidade de formação de cidadãos conscientes de seu papel no mundo, preparados para intervir em uma sociedade cada vez mais desenvolvida científica e tecnologicamente.

A Sequência de Ensino Investigativa proposta pode ser trabalhada de forma a possibilitar ao aluno um ambiente de desenvolvimento motivador, em que tenha iniciativa e consiga tomar decisões de maneira segura, aprimorando sua capacidade de observação e análise dos fenômenos estudados, além de compreender a natureza da ciência, aprimorando suas habilidades manipuláveis.

Desse modo, alcançará uma aprendizagem significativa, com a contextualização dos assuntos tratados, permitindo a integração entre seu conhecimento prévio, o chamado “subsunção” (termo utilizado pela teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel), e a nova informação apresentada pelo professor, que juntos produzirão um conhecimento potencialmente significativo, favorecendo a construção das competências estabelecidas para cada conteúdo envolvido.

Esse tipo de aprendizagem possibilitará a formação de um cidadão com uma postura crítica, que interaja no seu meio de maneira a buscar intervenções com responsabilidade social, e, que construirá os conhecimentos histórica e culturalmente a partir de si mesmo. Além disso, humanizará o mundo materialista no qual estamos mergulhados, com uma postura de liberdade consciente e responsável, possibilitando a construção de um ambiente melhor para nós e para o outro. E, por conseguinte, rompendo com um comportamento alienante e limitado que apenas sedimenta o capitalismo e

alimenta a classe opressora, aumentando as desigualdades e fortalecendo os abismos sociais.

Diante disso, a questão-problema que orientou esta pesquisa foi: Como pensar uma proposta pedagógica por meio de uma sequência de ensino investigativa que resulte em uma aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizadora na área de Química?

Na busca pela elucidação dessa questão, foram levantados alguns objetivos. O objetivo geral foi elaborar e avaliar uma proposta em forma de sequência de ensino investigativa para a aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizadora na área de Química.

Como objetivos específicos: conhecer o valor de uma sequência de ensino investigativa e compreender como ela consegue ordenar as atividades para o alcance do objetivo do ensino proposto; compreender como acontece o processo de aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizadora na área do ensino de Química; construir uma sequência de ensino investigativa capaz de possibilitar essa aprendizagem proposta na área de Química; produzir uma matriz sequencial de etapas para o desenvolvimento de um aprendizado investigativo na área da Química; e propor uma matriz de avaliação para verificar os conteúdos construídos durante o processo de aprendizagem.

No que tange ao percurso metodológico, a abordagem da pesquisa foi de cunho qualitativo e escolhemos a perspectiva da autora Minayo (1994) que representa a pesquisa social de forma investigativa de maneira fundamental para o objeto de investigação que foi a aprendizagem desenvolvida pelas relações sociais da prática docente proposta.

A abordagem qualitativa possibilita o conhecimento da realidade por meio da explicação do fenômeno, no caso desta pesquisa, da educação de forma concreta. Uma realidade complexa e dinâmica na qual somos agentes, e que tem inúmeras variáveis interferindo em seu processo, produzindo assim movimentos de construção do conhecimento que são difíceis de serem definidos devido à fluidez de sua formação.

Levando-se em consideração as características fundamentais das questões sociais que são a provisoriade, o dinamismo e a especificidade, Minayo afirma que: “A realidade social é o próprio dinamismo da vida individual e coletiva com toda a riqueza de significados dela transbordante. Essa realidade é mais rica que qualquer teoria, qualquer pensamento e qualquer discurso” (MINAYO, 1994, p. 13).

A pesquisa qualitativa consegue contemplar questões particulares, alcançando um nível de realidade que não pode ser quantificado, por trabalhar com um universo de significados produzido nas relações, nos processos e nos fenômenos que não podem ser reduzidos à padronização de variáveis definidas. Nesse tipo de pesquisa, o significado é o conceito central da investigação, e isso acontece a partir da compreensão da realidade humana vivida socialmente (MINAYO, 1994, p. 23).

A pesquisa bibliográfica foi fundamentada de acordo com o entendimento de Lakatos e Marconi, em que as autoras compreendem a pesquisa como “um ato de averiguar algo de forma minuciosa para investigar” (LAKATOS; MARCONI, 1990, p.15). As autoras discorrem sobre o significado do termo investigação, afirmando que não é unívoco, “pois há várias definições sobre o termo nos diferentes campos de conhecimento. Entretanto, o ponto de partida da pesquisa reside no problema que deverá se definir, avaliar, analisar uma solução para que, depois dessas etapas seja aplicada essa solução” (LAKATOS; MARCONI, 1990, p. 15).

Quanto ao método científico na construção das concepções e estruturação da sistematização do sentido do conhecimento Químico, durante o processo de aprendizagem na sequência de ensino investigativa, utilizou-se a abordagem histórico-cultural. Segundo Machado, “a investigação do processo de construção de conceitos químicos envolve o acompanhamento do movimento discursivo no sentido de tornar visíveis as marcas desse processo de dialogização, que vai constituindo-se nesse espaço histórico-cultural que é a sala de aula” (MACHADO, 2014, p. 61-62).

Essa abordagem é fundamentada também por Vygotsky (2007), que demonstra em sua teoria que os processos sociais e psicológicos humanos se firmam por meio de ferramentas ou artefatos culturais que fazem a mediação da interação entre os indivíduos e entre os mesmos e o mundo físico, sendo construídos e transmitidos histórico culturalmente.

O método de análise foi o dialético que considera o contexto da práxis no processo da realidade que a produz, quanto à sua utilização como instrumento de análise de uma ação social transformadora, segundo Cury (2000). A categoria elegida foi a da contradição, por analisar o fenômeno na racionalidade do real considerando seus movimentos contraditórios como provisórios e superáveis. Segundo o autor, a dinamização e a fermentação da contradição na educação acontecem por meio da superação do senso comum e da rejeição de um modo determinado de vida, como também se refere ao

intelectual, um papel importante na direção, organização e difusão de uma nova consciência.

A presente pesquisa de investigação está estruturada em sete seções. Esta primeira apresenta uma breve introdução acerca do tema, com sua relevância, a problemática da investigação proposta, bem como os objetivos traçados para o alcance do resultado desejado e um esboço da metodologia. A seção dois traz uma abordagem sobre sequência de atividades e sua classificação, apontando para uma sequência de ensino investigativa e o valor de sua funcionalidade como um instrumento estratégico pedagógico na constituição de significados para a construção do pensamento científico e de seu uso como instrumento histórico-social.

A terceira seção discorre sobre as concepções teórico-metodológicas do ensino de Química, em que abordamos o ensino das ciências da natureza, o ensino de Química e o ensino da Química por investigação, trazendo a classificação do tipo de abordagem de investigação utilizada e evidenciando o valor da construção do pensamento científico na formação cidadã.

A seção quatro aborda sobre os teóricos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem nos possibilitando um olhar para o processo de aprendizagem proposto com aporte nos teóricos: Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire, e para as variáveis que os referidos autores apontam como sendo as que interferem.

A quinta seção traz a Sequência de Ensino Investigativa organizada com toda a estrutura das oficinas. A seção seis discorre sobre os resultados e discussões, e a sétima seção apresenta as considerações finais, pontuando os aspectos elencados como relevantes nesta proposta pedagógica. E, por fim, a última parte constitui-se das referências utilizadas e dos anexos que compõem este trabalho.

## 2 SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES

*“... não é possível ensinar nada sem partir de uma ideia de como as aprendizagens se produzem”.*  
(Antoni Zabala)

A prática educativa é muito complexa por envolver muitas variáveis, por ter alguns pontos que fazem parte do contexto educacional e imprimem suas marcas produzindo alterações que precisam ser identificadas para seu controle, a fim de que o processo advindo da prática seja reconduzido ao sentido adequado.

Discutiremos esses pontos brevemente para iniciar essa seção com o intuito de entendermos melhor o valor da sequência de atividades como instrumento da ação docente na organização do trabalho pedagógico.

Primeiro, a prática educativa é a culminância de uma série de etapas que acontecem no processo de organização do sistema educacional na busca pelo alcance dos resultados. Um processo que começa com as leis normatizando o sistema nacional e definindo o currículo, o projeto político-pedagógico, o planejamento, a forma de organização, as avaliações, os cursos de formação profissional; percorrendo todo um caminho de estruturação proposto pelo sistema, até por fim alcançar a sala de aula e a vida do aluno.

Segundo, por ser um espaço que reúne diferentes indivíduos que trazem como bagagem conhecimentos prévios, dúvidas, inquietações, motivações e contribuições que são extremamente necessários e favorecem a construção do novo conhecimento; como também trazem problemas das mais diversas ordens, quer sejam de aprendizagem, que devem ser orientados e sanados pelo próprio corpo profissional da escola, quer sejam problemas emocionais ligados à estrutura familiar, que podem dificultar o processo de ensino-aprendizagem, interferindo diretamente nos resultados; e, que também devem ser tratados pela escola.

Em terceiro lugar, a prática educativa recebe influência de variáveis que interferem diretamente em seu andamento se tornando decisivas para o desfecho do resultado. Essas variáveis definem o rumo que o ensino vai tomar e conhecê-las se torna imprescindível para a organização do trabalho pedagógico, de seu bom andamento e de todo o conhecimento, competências e habilidades que serão construídos pelos alunos.

A dimensão que se dá a prática educativa envolve critérios que devem ser tomados como referenciais para traçar o percurso do processo de ensino-aprendizagem. Zabala afirma que:

Um dos objetivos de qualquer bom profissional consiste em ser cada vez mais competente em seu ofício. Geralmente se consegue esta melhora profissional mediante o conhecimento e a experiência: o conhecimento das variáveis que intervêm na prática e a experiência para dominá-las. A experiência, a nossa e a dos outros professores. O conhecimento, aquele que provém da investigação, das experiências dos outros e dos modelos, exemplos e propostas (ZABALA, 1998, p. 13).

Para o autor, a prática educativa deve acontecer acompanhando um movimento de reflexão constante em que utilize condições como parâmetro para uma avaliação que seja racional, embasada na experiência vivida e fundamentada em conhecimentos para sua efetiva validação. Zabala pontua como variáveis da prática educativa interferem no andamento do processo de ensino-aprendizagem e, conseqüentemente, nos resultados esperados.

## **2.1 O que é uma sequência de atividades**

De acordo com o próprio nome, “sequência” significa “ação de seguir”, podendo ser conceituada como etapas continuadas ou conjuntos de atividades, de um tema, que tem como objetivo ensinar um conteúdo, etapa por etapa.

Araújo atribui a essa sequência de atividades ordenadas o nome de sequência didática (SD): “Sequência didática é um modo de o professor organizar as atividades de ensino em função de núcleos temáticos e procedimentais” (ARAÚJO, 2013, p. 323).

O professor reflexivo é aquele que pensa continuamente em sua ação em sala de aula e busca sempre um planejamento que alcance a todos, possibilitando a superação das dificuldades encontradas ao longo do processo, garantindo um rumo acertado ao que está proposto de forma organizada e controlada.

O uso de sequências didáticas tem sido empregado como recurso pedagógico na ação docente e sua maneira de organização mostra um pouco do perfil de cada professor. Vejamos o que Zabala comenta a esse respeito:

A maneira de configurar as sequências de atividades é um dos traços mais claros que determinam as características diferenciais da prática educativa. Desde o modelo mais tradicional de aula magistral (escolha do tema, planejamento, pesquisa e processamento da informação, índice, dossiê de síntese, avaliação),

podemos ver que todos têm como elementos identificadores as atividades que os compõem, mas que adquirem personalidade diferencial segundo o modo como organizam e articulam em sequências ordenadas (ZABALA, 1998, p. 18).

Assim, existe todo um procedimento para a organização de uma SD, de forma que ela seja um recurso estratégico eficiente, revelando uma postura planejada e cuidadosa do professor como profissional reflexivo e preocupado com sua prática. O autor evidencia que existe um valor para a análise da prática educativa em se colocar as atividades numa série. Nas suas palavras:

Podemos ver de que maneira a ordem e as relações que se estabelecem entre diferentes atividades determinam de maneira significativa o tipo e as características do ensino. Levando em conta o valor que as atividades adquirem quando as colocamos numa série ou sequência significativa, é preciso ampliar esta unidade elementar e identificar, também, como nova unidade de análise, as sequências de atividades ou sequências didáticas como unidade preferencial para a análise da prática, que permitirá o estudo e a avaliação sob perspectiva processual, que inclua as fases de planejamento, aplicação e avaliação. (ZABALA, 1998, p. 18).

Para Carvalho (2020), essa mesma forma de organização de atividades de forma sequencial é denominada sequência de ensino investigativa (SEI). Para a autora, é como deve ser chamada essa sequência de atividades na área do ensino das Ciências da Natureza/Química por se estruturar de forma a promover o desenvolvimento das atividades de maneira instigativa, possibilitando a construção do comportamento reflexivo e crítico, definido por motivações de busca para entender suas inquietações científicas.

Carvalho utiliza outros critérios ao adotar a nomenclatura para essa forma de organização do trabalho do professor. A autora aponta algumas atividades-chave que são imprescindíveis na composição das sequências de ensino investigativa, tais como: um problema inicial, uma atividade de sistematização e uma atividade de contextualização.

## **2.2 As variáveis metodológicas da intervenção na aula**

Zabala, em seu livro *A prática educativa: como ensinar* (1998), é bem contundente quando coloca a necessidade de que a prática deve ser desenvolvida embasada pelo conhecimento e pelo controle das variáveis que intervêm nela.

Para o autor, as variáveis que interferem na prática educativa são sete e estão definidas da seguinte forma: as sequências de atividades de ensino-aprendizagem ou sequências didáticas; o papel dos professores e dos alunos; a organização social da sala; a utilização dos espaços e dos tempos; a organização dos conteúdos, a existência, as

características, o uso dos materiais curriculares e outros recursos didáticos; o sentido e o papel da avaliação. Vejamos:

As sequências de atividades de ensino aprendizagem, ou sequências didáticas – são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Assim, pois, poderemos analisar as diferentes formas de intervenção segundo as atividades que se realizam e, principalmente, pelo sentido que adquirem quanto a uma sequência orientada para a realização de determinados objetivos educativos.

O papel dos professores e dos alunos – afetam o grau de comunicação e os vínculos afetivos que se estabelecem e que dão lugar a um determinado clima de convivência.

A organização social da sala – a forma de estruturar os diferentes alunos e a dinâmica grupal que se estabelecem, em que os meninos e meninas convivem, trabalham e se relacionam segundo modelos nos quais o grande grupo ou os grupos fixos e variáveis permitem e contribuem de uma forma determinada para o trabalho coletivo e pessoal e sua formação.

A utilização dos espaços e dos tempos – como se concretizam as diferentes formas de ensinar usando um espaço mais ou menos rígido e onde o tempo é intocável ou permite uma utilização adaptável às diferentes necessidades educacionais.

A organização dos conteúdos – segundo uma lógica que provém da própria estrutura formal das disciplinas, ou conforme formas organizativas centradas em modelos globais ou integradores.

A existência, as características e o uso dos materiais curriculares e outros recursos didáticos – o papel e a importância que adquirem, nas diferentes formas de intervenção, os diversos instrumentos para a comunicação da informação, para a ajuda nas exposições, para propor atividades, para a experimentação, para a elaboração e construção do conhecimento ou para o exercício e a aplicação e

O sentido e o papel da avaliação – entendida tanto no sentido mais restrito de controle dos resultados de aprendizagem conseguidos, como no de uma concepção global do processo de ensino aprendizagem. Seja qual for o sentido que se adote, a avaliação sempre incide nas aprendizagens e, portanto, é uma peça-chave para determinar as características de qualquer metodologia (ZABALA, 1998, p. 20-21).

Como vimos, o autor utilizado como referência metodológica, aponta as sequências didáticas como uma das variáveis que interferem diretamente na prática educativa, no processo de ensino-aprendizagem e nos resultados traçados pelo planejamento. Dessa forma, enfatiza a importância de desenvolvê-la como uma forma de trabalho em que possa se ter o controle da gestão do conteúdo.

Para o autor, a sequência didática é uma ferramenta pedagógica efetiva em que o docente tem a condição de organizar um conjunto de atividades para ir construindo o conhecimento do aluno sobre determinado tema ou conteúdo processualmente. À medida que a sequência vai sendo desencadeada, o professor pode ir acompanhando, avaliando e, até mesmo, mudando o curso traçado anteriormente, se for o caso de não estar alcançando o resultado previamente proposto, para que retome a rota correta.

As sequências didáticas podem indicar a função que tem cada uma das atividades na construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos e, portanto,

dando condições de o professor avaliar a pertinência ou não de cada uma delas, a falta de outras ou a ênfase que deve ser atribuída em cada etapa do processo.

Além do colocado anteriormente, Zabala (1998) acrescenta que a utilização das sequências didáticas na rotina docente possibilita um modelo de percepção integral da prática educativa na realidade complexa da sala de aula, contemplando o planejamento, a aplicação do conteúdo e a avaliação.

As sequências didáticas funcionam de forma cíclica começando pelo planejamento e retornando a ele em cada etapa que se segue, estabelecendo uma visão holística de todo o processo desenvolvido, das variáveis que o influenciam e das competências que vão sendo produzidas, como também da própria ação docente.

Segundo Medeiros, “a dinâmica da vida escolar precisa voltar-se para o favorecimento da (re)organização da prática curricular, da (re)construção do processo de ensino-aprendizagem, das decisões do que e como ensinar e de como avaliar aquilo significativamente apreendido” (MEDEIROS, 2016, p. 19). Para um entendimento específico e detalhado do significado de sequência didática, vamos apresentar de maneira mais clara o conceito no próximo subitem, trazendo a definição que Zabala (1998) e Araújo (2013) constituem para esse tema.

## **2.3 Os referenciais para a análise da prática**

### *2.3.1 A função social do ensino e a concepção sobre os processos de aprendizagem*

A profissão docente, assim como as demais, precisa de uma atuação dinâmica e contextualizada que acompanhe todos os complexos movimentos que acontecem até que se consiga chegar à reta final de todo o trajeto percorrido ao longo da construção dos saberes e conhecimentos. Zabala destaca:

Se entendemos que a melhora de qualquer das atuações humanas passa pelo conhecimento e pelo controle das variáveis que intervêm nelas, o fato de que os processos de ensino aprendizagem sejam extremamente complexos - certamente mais complexos do que os de qualquer outra profissão - não impede, mas sim torna mais necessário, que nós, professores, disponhamos e utilizemos de referenciais que nos ajudem a interpretar o que acontece em aula. Se dispomos de conhecimentos deste tipo, nós os utilizaremos previamente ao planejar, no próprio processo educativo, e, posteriormente, ao realizar uma avaliação do que aconteceu (ZABALA, 1998, p. 15)

O autor toma como base para referenciar a análise sobre a prática educativa, com o intuito de torná-la efetivamente reflexiva, não somente a sua própria prática, mas também a do outro, a função social do ensino e o conhecimento de como se aprende.

No primeiro caso, o referencial está ligado ao sentido da educação, sendo este responsável por analisar a essência do ato de educar. Zabala (1998) coloca que é esse referencial que deve responder as seguintes perguntas: para que educar? e para que ensinar? Sem as quais nenhuma prática educativa teria o mínimo de sentido.

Para o autor, a finalidade social da educação é promover a formação integral do aluno, não apenas a formação cognitiva; para ele, é no ambiente escolar, por meio das relações construídas a partir de experiências vividas, que se estabelecem vínculos e condições para a definição das concepções pessoais sobre si mesmo e os demais colegas e professores, uma vez que: “As finalidades, os propósitos, os objetivos gerais ou as intenções educacionais, ou como se queira chamar, constituem o ponto de partida primordial que determina, justifica e dá sentido à intervenção pedagógica” (ZABALA, 1998, p. 21 e 22)

Sobre esse referencial incidem as fontes socioantropológica ou sociológica e a fonte epistemológica. A fonte sociológica, que está determinada pela concepção ideológica da educação, condiciona e delimita o papel e o sentido que terá a fonte epistemológica.

O autor afirma ainda que: “Por traz de qualquer proposta metodológica se esconde uma concepção do valor que se atribui ao ensino” (ZABALA, 1998, p. 27). Uma proposta pedagógica que esteja direcionada a uma formação integral vai além de objetivos meramente propedêuticos, que selecionam os melhores em relação à sua capacidade para seguir uma carreira universitária ou para obter um título de prestígio reconhecido.

O outro referencial é a concepção que se tem dos processos de ensino-aprendizagem. Sobre esse referencial incidem duas outras fontes que são: a fonte psicológica e a didática. Da mesma maneira que as fontes anteriores, essas estão intimamente relacionadas, contudo, dão-se em planos diferenciados.

No entendimento de Zabala, “a concepção que se tenha sobre a maneira de realizar os processos de aprendizagem constitui o ponto de partida para estabelecer os critérios que deverão nos permitir tomar as decisões em aula” (ZABALA, 1998, p. 22).

A partir dessa posição ideológica acerca da educação escolarizada é que o professor evidencia a necessidade de uma reflexão profunda e permanente da condição de cidadania dos alunos e da sociedade em que vivem.

Para a definição da concepção do processo de ensino aprendizagem, é preciso responder a essa pergunta: “O que se deve desenvolver?”. Os objetivos e a finalidade aos quais a educação se propõe é que vão estabelecer o caminho que deve levar a isso.

Esses objetivos que apontam para onde se quer chegar estão relacionados às capacidades a serem desenvolvidas pelos alunos. Existem muitas formas de se classificar as capacidades; a categorização adotada por C. Coll (1986) agrupa as capacidades em cognitivas ou intelectuais, motoras, de equilíbrio e autonomia pessoal (afetivas), de relação interpessoal e de inserção e atuação social.

Levando-se em consideração isso, as intenções educacionais organizadas para uma formação integral devem contemplar os tipos de capacidades que os alunos precisam desenvolver ao longo do processo de ensino-aprendizagem, pois, para Zabala, “educar quer dizer formar cidadãos e cidadãs, que não estão parcelados em compartimentos estanques, em capacidades isoladas” (ZABALA, 1998, p. 28).

Entretanto, “o que deve se aprender?” para alcançar o desenvolvimento dessas capacidades. Coll (1986) traz uma proposta que explica o fenômeno da educação dentro de uma percepção ampla, agrupando os conteúdos em conceituais, procedimentais e atitudinais. Essa classificação corresponde respectivamente a: “o que se deve saber?”, relacionado aos conteúdos conceituais; “o que se deve saber fazer?”, relacionado aos conteúdos procedimentais e “o que se deve ser?”, aos conteúdos atitudinais. Assunto que trataremos melhor no subitem seguinte.

Assim, para uma proposta pedagógica que possibilite uma formação integral do aluno, os três conteúdos são construídos proporcionalmente; diferente da proposta propedêutica que prioriza os conteúdos conceituais.

### *2.3.2 Tipologia dos conteúdos de aprendizagem*

Os conteúdos que promovem o desenvolvimento do aluno e a construção dos conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais estão intimamente interligados e vão se constituindo um todo entrelaçado de sentido e significados ao longo do processo de ensino-aprendizagem, na medida em que: “Todo conteúdo, por mais específico que seja, sempre está associado, e, portanto, será aprendido junto com conteúdos de outra natureza” (ZABALA, 1998, p. 40).

#### *2.3.2.1 Conteúdos Conceituais*

Zabala toma como referência a classificação dos conteúdos quanto à tipologia adotada por Coll (1986) em relação aos conteúdos procedimentais e atitudinais; e, quanto aos Conteúdos conceituais, estabelece uma subclassificação trazendo um agrupamento mais específico em: conceitos, princípios e fatos.

#### *2.3.2.1.1 Conteúdos Conceituais e Princípios*

Os conceitos e princípios são termos abstratos. Ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos que têm características comuns, referem-se aos conceitos; e, às mudanças que se produzem num fato, objeto ou situação em relação a outros fatos, objetos ou situações, normalmente descrevendo relações de causa-efeito ou de correlação aos princípios (ZABALA, 1998, p. 24)

Encontramos esses conteúdos na Química em leis ou regras, tais como: Princípio de Le Chatelier, Leis Ponderais (Proust e Lavoisier – principais leis ponderais introduzidas no século XVIII que geraram um grande avanço no estudo da Química). As atividades que levem à elaboração e construção pessoal do conceito são as experimentais que favoreçam que os novos conteúdos se relacionem com os conhecimentos prévios. Atividades que favoreçam a compreensão do conceito a fim de utilizá-lo para a interpretação ou conhecimento de situações.

É considerado que um aluno aprendeu um conceito não apenas quando ele é capaz de repetir a sua definição, mas quando sabe utilizá-lo para a interpretação, compreensão ou exposição de um fenômeno ou situação.

Um exemplo disso é que, pode-se dizer que o aluno sabe o princípio de Arquimedes quando interpreta o que sucede quando um objeto submerge num líquido. Uma característica importante sobre os conteúdos conceituais é que sua aprendizagem nunca pode ser considerada acabada, pois sempre existe a possibilidade de ampliar seu conhecimento.

#### *2.3.2.1.2 Conteúdos Factuais*

Os conteúdos factuais são o conhecimento dos fatos, acontecimentos, situação, dados e fenômenos concretos e singulares: a idade de uma pessoa, a conquista de um

território, a localização ou a altura de uma montanha, os nomes, os códigos, os axiomas, um fato determinado num determinado momento etc. (ZABALA, 1998, p. 41).

Na Química, a Tabela periódica, as unidades de concentração, a nomenclatura química: códigos e símbolos são considerados conteúdos factuais. O aluno aprende um conteúdo factual quando é capaz de reproduzi-lo, de recordar de maneira exata o original. Trata-se de conteúdos cuja resposta é inequívoca. Sabe-se a data, o símbolo, a valência, o nome do elemento químico, ou não se sabe.

Esses conteúdos são construídos basicamente mediante atividade de cópia, para integração na memória, repetição verbal, listas agrupadas segundo ideias significativas, relações com esquemas ou representações gráficas, associações etc.

### *2.3.2.2 Conteúdos Procedimentais*

São aqueles que incluem regras, técnicas, métodos, destrezas ou habilidades, estratégias e procedimentos. As ações ordenadas para alcançar esse conteúdo têm um fim, são dirigidas para a realização de um objetivo específico; exemplos gerais: ler, desenhar, observar; na Química: calcular a concentração, classificar elementos, titular, pesar.

As ações desenvolvem componentes motores ou cognitivos como: saltar, recortar, inferir, ler, calcular, medir, observar. Exemplo: Elaborar um nó – Conteúdo procedimental de caráter motor; exemplo: Realizar um comentário de um texto – Conteúdo procedimental de caráter cognitivo.

Como se aprende? A partir de modelos especializados. A aprendizagem de um procedimento implica: (i) realização de ações: Como se aprende a realizar ações? Fazendo-as; (ii) exercitação múltipla: é preciso exercitar tantas vezes forem necessárias às ações desses conteúdos; (iii) reflexão sobre a própria atividade: Permite que se tome consciência da ação; (iv) refletir sobre a maneira de realizar a ação e quais são as condições ideais de seu uso; (v) aplicação em contextos diferenciados: O conteúdo será mais útil quando podemos utilizá-lo em situações nem sempre previsíveis.

### *2.3.2.3 Conteúdos Atitudinais*

Conteúdos atitudinais são conteúdos relacionados a valores, atitudes e normas. Os valores são ideias éticas que permitem emitir um juízo sobre uma conduta. Exemplos: solidariedade, responsabilidade; as atitudes são as formas como realizamos uma conduta de

acordo com valores determinados, por exemplo: cooperar com o grupo, respeitar o meio ambiente; e as normas são regras de comportamento, uma forma pactuada de realizar valores compartilhados por uma comunidade.

As atividades desenvolvidas para a construção desse tipo de conteúdo devem possibilitar a aprendizagem por meio de componentes cognitivos, afetivos ou condutuais. Envolve processo marcado pela necessidade de elaborações complexas de caráter pessoal, vinculação afetiva. Vinculação afetiva a partir de modelos surgidos de grupos, ou seja, as atitudes significativas de outras pessoas funcionam como modelo ou nos levam à reflexão.

### 3 CONCEPÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS NO ENSINO DE QUÍMICA

*Ensinar exige a convicção de que a mudança é possível.*

(Paulo Freire)

Nesta seção, tratamos da fundamentação teórico-metodológica sobre o ensino das ciências da natureza, o ensino da Ciência/Química e o ensino da Química por investigação. Discorreremos sobre o valor da construção do pensamento científico como ferramenta social e cultural, como também da importância da investigação no campo da Ciência/Química para a compreensão dos fenômenos naturais na formação cidadã dos alunos do ensino médio.

Nosso objetivo foi evidenciar a importância da investigação na construção dos conhecimentos científicos para a formação do pensamento e da linguagem científica, possibilitando ao aluno seu uso como ferramenta de vida e como instrumento social de transformação nesse processo de cidadão em formação.

#### 3.1 O ensino de Ciências da natureza

Vamos partir do conceito de Ciência, no dicionário, podemos encontrar o seguinte significado: “Conhecimento profundo sobre alguma coisa”; ou mesmo, “Reunião dos saberes organizados obtidos por observação, pesquisa ou pela demonstração de certos acontecimentos, fatos, fenômenos, sendo sistematizados por métodos ou de maneira racional: as normas da ciência” (DICIO on-line, 2020).

Ciências é o plural de Ciência, que, por sua vez, são estudos, saberes, conhecimentos, noções, doutrinas, luzes, experiências envolvendo determinada área do conhecimento. Ciências da natureza, então, são os estudos, saberes, conhecimentos, noções, experiências organizadas por observação, pesquisa ou demonstração de acontecimentos, fatos e fenômenos naturais, sistematizados por métodos de maneira racional.

Carvalho compreende Ciências como: “Forma de cultura, construída socialmente, levando-se em conta as questões e o emprego de ferramentas culturais e práticas específicas, que são sustentadas pelo compartilhamento de valores” (CARVALHO, 2020, p. 23). A autora considera a ciência como uma forma de cultura historicamente produzida pelas gerações anteriores. Uma forma de ver a ciência como uma construção de

pensamentos e linguagens próprios, em que a apropriação desses artefatos ou ferramentas culturais específicos da ciência são constituídos na/da interação entre os indivíduos e entre os mesmos e o mundo físico.

A dinâmica das interações produzidas nas salas de aula de Ciências deve favorecer a construção do pensamento científico com significação e sentido da Ciência como uma coluna da sociedade e do desenvolvimento humano.

Essa construção do pensamento científico é processual e se dá com o desenvolvimento dos significados dos signos específicos da área das ciências. O aluno precisa produzir os sentidos relacionados com as características específicas da ciência e relacioná-los com o seu cotidiano, estabelecendo o valor de cada um para sua vida.

Juntamente com o processo de desenvolvimento do pensamento acontece o da linguagem científica, em que as aulas de Ciências devem trazer a possibilidade de se perceber que:

O desenvolvimento da linguagem em sala de aula é um dos principais artefatos culturais que fazem parte da interação social, não só no aspecto facilitador da interação entre professor e alunos, mas principalmente com a função transformadora da mente dos alunos (CARVALHO, 2020, p. 4).

A construção dos processos mentais superiores (nomenclatura utilizada por Vygotsky) que o educando faz acerca dos signos da ciência o possibilita organizar suas ideias e estruturar a linguagem específica dessa área e da apropriação do valor histórico do conhecimento já produzido ao longo dos anos com as descobertas e pesquisas nessa área.

Machado considera fundamental a reflexão por parte dos professores sobre: “Como as formas de falar e de pensar sobre o processo de aprender e ensinar Ciências nas salas de aula vem sendo elaboradas ao longo da última década” (MACHADO, 2014, p. 25). Existe um valor histórico-social nesse movimento de construção do pensar e do falar a Ciência, e de construir os seus significados que a consolida como uma ferramenta cultural de formação cidadã e de empoderamento científico.

Desse modo, a partir do momento que a Ciência é vista, tratada e construída em sala de aula de forma interativa, dialogada e problematizadora, levando em consideração o seu valor sócio-histórico e sociocultural, ela se constitui uma ferramenta de emancipação, alcançando sua finalidade de maneira plena.

O processo de elaboração de conhecimentos é concebido como produção simbólica e material e se constitui na dinâmica interativa das relações sociais envolvendo a linguagem e o funcionamento interpessoal. Isso significa dizer que,

a perspectiva histórico-cultural assume que é na interação com o outro que o sujeito se constitui e que se dá a elaboração conceitual (MACHADO, 2014, p. 50).

Na própria essência da Ciência e pela forma que ela se constitui é que a abordagem histórico-cultural cria condições de estabelecer relações dinâmicas de significação no espaço de interações constituídas em sala de aula enquanto se constrói o conhecimento científico.

A construção dos conhecimentos científicos deve acontecer envolvendo experimentos e situações manipulativas, uma vez que a passagem dessa ação manipulativa deve transpor para a ação intelectual, levando o aluno do senso comum ao despertar para ao senso científico.

Carvalho enfatiza que:

Essa passagem da ação manipulativa para a ação intelectual por meio da tomada de consciência de suas ações não é fácil para os alunos nem para o professor, já que conduzir intelectualmente o aluno fazendo uso de questões, de sistematizações de suas ideias e de pequenas exposições também não é tarefa fácil. É bem menos complicado expor logo o conteúdo a ser ensinado (CARVALHO, 2020, p. 3).

Ao mesmo tempo em que o aluno transpõe as ações de manipulativa para intelectual, ele consegue evoluir da linguagem cotidiana para uma linguagem mais científica. Uma linguagem própria da ciência com significados aceitos pela comunidade científica.

Tendo em vista que a linguagem das Ciências não é simples e envolve um número maior de signos, Carvalho justifica que:

A linguagem das Ciências não é só uma linguagem verbal. As Ciências necessitam de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática para expressar suas construções. Portanto, temos que prestar atenção nas outras linguagens, uma vez que somente as linguagens verbais – oral e escrita – não são suficientes para comunicar o conhecimento científico (CARVALHO, 2020, p. 7).

Um ponto muito importante no ensino de Ciências é que deve ser iniciado por uma problematização, que pode ser uma simples pergunta até uma experimentação. O objetivo da problematização colocada é provocar uma inquietação no aluno, é despertar curiosidade, senso de descoberta.

O problema no ensino de Ciências deve funcionar como uma coluna vertebral, em que toda a estrutura da pesquisa se alinhe para percorrer um caminho em que haverá o levantamento de hipóteses, a organização de argumentações e a busca por dados e

informações para o levantamento das respostas na busca pela compreensão do que foi exposto por meio do problema.

Todo o trabalho científico que envolve desde as construções mentais como o pensamento, e a linguagem, é desdobrado a partir de problematizações. Um questionamento direciona a outros questionamentos e, durante todo o tempo de construção do conhecimento, as ações de produção do saber científico estão envoltas a uma nuvem de indagações que vão possibilitando ao aluno se constituir em um cidadão reflexivo.

O problema não pode ser uma questão qualquer. Deve ser muito bem planejado para ter todas as características apontadas pelos referenciais teóricos: estar contido na cultura social do aluno. Isto é, não pode ser algo que os espantem, e sim provoque interesse de tal modo que se envolvam na procura de uma solução e essa busca deve permitir que os alunos exponham os conhecimentos anteriormente adquiridos (espontâneos ou já estruturados) sobre o assunto. É com base nesses conhecimentos anteriores e da manipulação do material escolhido que os alunos vão levantar suas hipóteses e testá-las para resolver o problema (CARVALHO, 2020, p. 1).

A problematização trabalhada continuamente na construção do conhecimento científico deve aproximar o aluno ao objeto cognoscível de tal forma que favoreça uma observação detalhada de tudo aquilo que pode ser olhado, manipulado, analisado, questionado e que provoque reflexões na busca pela compreensão dos fatos e fenômenos que envolvem as Ciências da natureza. Assim, “no ensino de Ciências, assim como no ensino de outras áreas de conhecimento, esta aproximação metodicamente rigorosa do objeto cognoscível envolve aprender a falar e se expressar por meio de ferramentas específicas (CARVALHO, 2020, p. 22).

### *3.1.1 Experimentação Problematizadora*

Delizoicov (1983; 1991; 2005) idealizou um modelo didático-pedagógico para o ensino-aprendizagem das Ciências Naturais em nível da educação básica. Seu método estruturou três momentos pedagógicos: (i) Problematização inicial; (ii) organização do conhecimento; e (iii) aplicação do conhecimento.

A problematização inicial tem como finalidade apresentar situações reais que os alunos presenciam, que devem estar contextualizadas com os temas a serem trabalhados em sala de aula. É preciso um conhecimento teórico prévio para a interpretação dessas situações. O conhecimento exposto pelo aluno na busca pela compreensão das situações iniciais é problematizado a partir de questionamentos, começando em grupos pequenos e,

depois, com toda a sala de aula. O professor organiza a discussão objetivando o questionamento das posições defendidas pelos alunos, fazendo-os refletir sobre o conteúdo já colocado por cada um, considerando-se as explicações contraditórias pontuadas durante as discussões.

No segundo momento (organização do conhecimento), os conhecimentos necessários para a compreensão das situações iniciais são apresentados de maneira sistematizada. As atividades desenvolvidas podem ser das mais simples às mais complexas. O importante é a forma como estão sendo empregadas para o alcance dos resultados esperados. Desde questionários semiabertos, vídeos a atividades de modelizações, entre outros, são recursos que podem desempenhar o papel formativo e construtivo da apropriação crítica dos conhecimentos. O importante é instigar o aluno a compreender o uso do instrumento utilizado e tudo aquilo que vai ser desenvolvido a partir dele.

A última etapa corresponde ao momento em que os alunos vão alinhar todo o conhecimento dos conteúdos construídos e da forma como podem utilizá-lo em seu dia a dia. Esse conhecimento tem a finalidade de possibilitá-lo analisar e interpretar as situações propostas inicialmente e outras que possam surgir para serem explicadas e compreendidas dentro do contexto utilizado.

### **3.2 O ensino de Ciências/Química**

A Química como ciência nasceu a partir da observação e da experimentação com a finalidade de compreender as propriedades e as transformações relacionadas à natureza da matéria e sua composição.

Como já mencionado nesta seção, a construção do pensamento e da linguagem na área das Ciências Naturais é bem específica por envolver uma nomenclatura própria, na Química então, não é diferente, essa parte da Ciência engloba muitos nomes de elementos e símbolos que, embora você encontre em diversas outras áreas que estão relacionadas, é no estudo da Química que foram descobertos e classificados.

Por esse motivo, Machado (2014) afirma que é preciso considerar aspectos que estão relacionados aos contextos, conceitos e à forma de articulação dos conteúdos químicos nos diversos níveis de conhecimento.

As propostas de trabalho tradicionais em sala de aula não conseguem alcançar uma dimensão real para a perfeita compreensão de como os fenômenos naturais acontecem.

Diante disso, as propostas de ensino que consideram as relações entre os fatos químicos, sua inserção e funcionamento no mundo são as que se aproximam de um contexto de construção do conhecimento químico de forma mais eficaz.

Ademais, é preciso que a aula de Química envolva as esferas socioeconômicas, socioambientais, sociopolíticas e sociotecnológicas, permitindo que o aluno compreenda sua relação com cada uma, e, acima de tudo, seu valor para a melhoria da qualidade de vida do ser humano.

As salas de aulas de Química que consideram os aspectos apontados anteriormente conseguem criar um ambiente de possibilidades de construção de sentidos na vida do aluno com o mundo que ele precisa descobrir e se encaixar nele como agente de transformação.

Como a Química pode possibilitar que se elaborem formas de compreender o mundo? Machado responde: “Considerar os limites e as possibilidades em uma aula de Química implica buscar os aspectos do mundo que podem ter visibilidade a partir do olhar da Química” (MACHADO, 2014, p. 157).

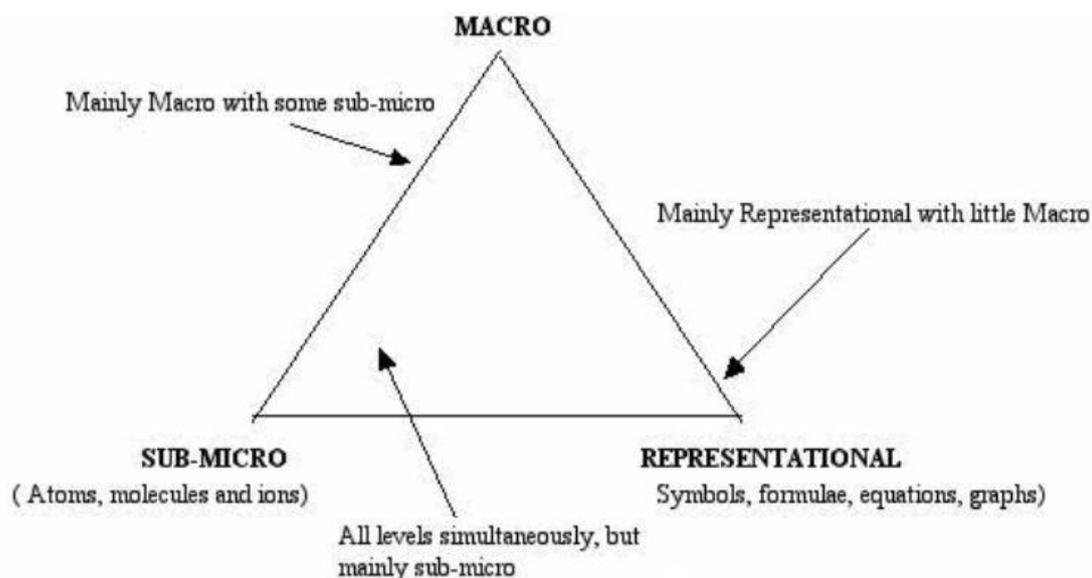
O conhecimento químico e o seu uso de maneira apropriada possibilitam o desenvolvimento social, econômico, tecnológico e político de uma nação, tendo em vista ser um dos pilares do crescimento e do progresso mundial.

Uma nação que investe na Ciência, que tem o seu sistema de ensino organizado para a construção do conhecimento científico desde o ensino fundamental até os níveis acadêmicos, consegue se alinhar a uma cultura moderna e de uso racional dos recursos naturais para um futuro cada vez melhor, sustentavelmente falando.

Quando Machado aponta para a importância de se considerar os limites hoje existentes em uma sala de aula de Química e as possibilidades alcançáveis para mudar isso, e tornar o ensino de Química um instrumento para mudar o mundo e deixá-lo melhor para o aluno, a autora considera a classificação do conhecimento químico em três níveis: Fenomenológico, Teórico e Representacional.

A autora organiza sua concepção quanto aos níveis do conhecimento químico, fundamentada em Alex Johnstone (1982), que foi um dos primeiros autores a propor um modelo buscando explicar os níveis de representação do conhecimento químico em seu artigo “Macro and micro-chemistry”, no qual explica que essa Ciência pode ser visualizada em pelo menos três níveis, que seriam: descritivo e funcional, atômico e molecular e representacional (Figura 1).

**Figura 1** - Os três níveis conceituais da Química.



Fonte: JOHNSTONE, 2006.

Machado (2014), baseada em Johnstone, utiliza a mesma classificação alterando apenas a nomenclatura para o primeiro e segundo níveis, que são: macroscópico, microscópico e representacional. Para Machado, os conhecimentos químicos, na dimensão macroscópica, são os que envolvem os aspectos fenomenológicos; os microscópicos são os que envolvem informações da natureza atômico-molecular, as explicações baseadas em termos abstratos como átomo, molécula, íon, elétron e, o nível representacional, as informações referentes à linguagem química, como fórmulas e equações.

### 3.2.1 Aspectos fenomenológicos do conhecimento químico

Todo o conhecimento passível de visualização concreta, assim como de análise ou determinação das propriedades e transformações da matéria, pode ser considerado como conhecimento de aspectos fenomenológicos.

Machado afirma que as propostas pedagógicas que contemplam essa abordagem conseguem tornar o conhecimento visível e mensurável para o aluno; como também favorecem a construção da linguagem científica e a formação de sentidos e significados na área da Química (MACHADO, 2014, p. 165-166).

Trabalhar com o nível dos fenômenos pode ser então uma oportunidade de possibilitar a circulação de sentidos que se referem à forma específica de elaboração do conhecimento químico no que diz respeito ao fazer, às manipulações, ao movimento de tentar abarcar o funcionamento do mundo tendo em vista fatos químicos (MACHADO, 2014, p. 166).

### 3.2.2 Aspectos teóricos do conhecimento químico

Os conhecimentos químicos no nível microscópico envolvem informações de natureza atômico-molecular, são os termos abstratos como: átomo, íon, elétron, partícula, molécula. “Os conhecimentos químicos relacionados nesse nível possuem a função de explicar e fazer previsões relacionadas com o nível macroscópico/fenomenológico” (MACHADO, 2014, p. 167).

A explicação dos fenômenos se respalda nos níveis teórico e representacional que dão sustentação às argumentações para a comprovação das hipóteses levantadas durante o processo de problematização que compõem as etapas do ensino de Química.

Machado coloca que, para haver sentido no conhecimento que o aluno formula, a interpretação de um fenômeno ou a compreensão do resultado de um experimento deve acontecer uma tensão entre a teoria e o experimento.

A consideração dos aspectos teóricos do conhecimento químico possibilita abordar uma característica importante na produção do conhecimento químico, que envolve uma tensão entre a teoria e experimento, pensamento e realidade. A atividade experimental é impossível sem uma interpretação. Mesmo que nossos alunos ainda não tenham acesso a uma determinada teoria científica envolvida na interpretação de um fato químico, ela poderá envolver suas ideias de senso comum (MACHADO, 2014, p. 168).

### 3.2.3 Aspectos representacionais do conhecimento químico

Os conteúdos químicos de natureza simbólica estão no nível representacional, compreendendo as informações correspondentes à linguagem química, que são as fórmulas e as equações.

O nível representacional estabelece relação com os outros dois níveis, o fenomenológico e o teórico, fornecendo as ferramentas simbólicas para a sua compreensão.

A relação entre pensamento e palavra, justificada pela Teoria de Vygotsky, se estabelece por transformações em que o pensamento não é apenas expresso em palavras, mas é por meio delas que ele passa a existir.

Nesse movimento entre o pensamento e sua expressão por meio das palavras, o aluno vai construindo o sentido do conhecimento químico e estabelecendo suas relações, aprendendo a ver o mundo pelas ferramentas que a Química produz.

Machado destaca que:

É fundamental a necessidade das interações entre a linguagem e o mundo dos fenômenos e teorias. Esta relação mundo-linguagem-pensamento é uma questão epistemológica básica na construção do conhecimento nas aulas de Química. O que penso ser essencial é que se compreenda que, a partir da perspectiva histórico-cultural, a linguagem química não é importante apenas porque vai registrar o fenômeno de uma forma mais concisa e simplificada, mas que ao registrar o fenômeno dessa forma vai configurar os limites e as possibilidades de um certo lugar de observação desse fenômeno (MACHADO, 2014, p. 172).

Diante disso, compreendemos que na organização do trabalho pedagógico e no seu desenvolvimento na sala de aula de Química é, a partir de uma construção histórico-cultural, que encontramos possibilidades de construção de significados científicos para o pensar e o falar sobre Ciência nas interações estabelecidas socialmente e por meio delas.

### **3.3 O ensino de Ciências/Química por investigação**

Como já apresentado anteriormente, a ciência é movida por problematizações intencionais em todo o percurso no desenvolvimento do conhecimento. Essa problematização não envolve aquilo que o aluno já está acostumado a elaborar, mas o coloca em uma posição de novas elaborações, novos questionamentos, lógico que alinhados aos seus conhecimentos prévios.

Não basta ao professor apresentar um enunciado bem elaborado. É preciso que a situação-problema seja entendida como tal pelo estudante. Para que isso seja possível, deve-se percorrer todo um processo de construção de significados, desde a apresentação de um problema inicial, que seja motivador, até a identificação de questões científicas envolvidas em sua solução e a identificação de ferramentas necessárias para investigá-las (CARVALHO, 2020, p. 26).

Essa problematização como eixo norteador de todo o caminho científico percorrido pelo aluno com auxílio do professor em sala de aula deve ser alinhada aos conhecimentos científicos presentes à sua volta, aqueles conhecimentos ligados à tecnologia, ao meio ambiente, às descobertas científicas, como também às questões sociais.

As salas de aula de Ciências, por meio de uma problematização alinhada aos temas atuais consegue, proporcionar ao aluno um ambiente de alfabetização científica. Nesse ambiente, o aluno tem a oportunidade de refletir, criticar e discutir os temas com mais propriedade, conseguindo assim fazer colocações e ponderações mais plausíveis e cientificamente aceitas.

Nesse ambiente, o aluno consegue transpor a dimensão do senso comum para o senso científico, vivenciando a possibilidade de alcançar maturidade nos significados e

sentidos formulados. O aluno caminha em uma sala de aula de Ciências estruturando suas ideias acerca dos fenômenos e fatos observáveis, não mais sob um olhar superficial e distante, alheio à sua realidade; mas, à proporção que cada etapa vai acontecendo, mais próximo do objeto observado, ele chega e mais consistente seu conhecimento vai se tornando.

As Ciências abordadas em sala de aula precisam ser mais que uma lista de conteúdos disciplinares e devem permitir também o envolvimento dos alunos com características próprias do fazer da comunidade científica; entre elas: a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias (CARVALHO, 2020, p. 42).

A Ciência por investigação tem como o mais importante, todo o caminho trilhado, e não apenas o fim a ser alcançado, pois é nessa trilha que acontecem as etapas tão importantes para a construção de um conhecimento consolidado acerca do tema, fenômeno ou fato científico investigado.

O aprendizado nas salas de aula de Ciências que acontece por investigação é um todo composto por partes que vão adquirindo sentido na vida do aluno à proporção que esse vai vivenciando cada etapa e construindo as relações interativas, não somente entre os conhecimentos que vão sendo constituídos, mas também com os sujeitos participantes do processo.

E, à proporção que o processo de ensino-aprendizagem vai acontecendo, ele vai passando por cada etapa e construindo suas ideias sistematicamente, como afirma Carvalho:

O ensino de Ciências por investigação é aquele que possibilita ao aluno, no que diz respeito ao processo de produção do conhecimento, identificar padrões a partir de dados, propor explicações com base em evidências, construir modelos, realizar previsões e rever explicações com base em evidências; em relação ao processo de validação do conhecimento, selecionar evidências para justificar uma explicação, construir argumentos para relacionar dados e conclusões e empregar dados para tomar decisões; e, no que se refere ao processo de comunicação, discutir, escrever e comunicar aos colegas o conhecimento científico (CARVALHO, 2020, p. 132).

Percebe-se que a ciência investigativa possibilita ao aluno percorrer gradativamente um caminho sistematizado, em que há condições dele ir organizando seus novos conhecimentos de forma lógica e contextualizada cientificamente. Nesse percurso, ele rompe com a superficialidade do senso comum e transpõe suas concepções para um nível intelectual mais consistente.

Nesse contexto, o aluno vai sendo alfabetizado cientificamente, sua mente consegue colocar problemas, levantar suposições e hipóteses e ele prossegue para o trabalho com dados, estabelecendo as relações entre as informações e construindo uma explicação fundamentada em evidências comprovadamente científicas.

Alfabetizar cientificamente os alunos significa oferecer condições para que possam tomar decisões conscientes sobre problemas de sua vida e da sociedade relacionados a conhecimentos científicos. Mas é preciso esclarecer que a tomada consciente não é um processo simples, meramente ligado à expressão de opinião: envolve análise crítica de uma situação, o que pode resultar, pensando em Ciências, em um processo de investigação (CARVALHO, 2020, p. 45).

Carvalho fala de uma prática pedagógica que proporcione uma sala de aula comprometida com a alfabetização científica observando a estruturação do conhecimento científico organizado em três eixos: o primeiro referente à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; o segundo, à compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam a sua prática; e o terceiro, o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Nas palavras do autor:

O primeiro eixo estruturante referente à compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais diz respeito à possibilidade de trabalhar com os alunos a construção de conhecimentos científicos necessários para que seja possível aplicá-los em situações diversas e de modo apropriado em seu dia a dia. O segundo referente à compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática está associado à ideia de ciência como um corpo de conhecimentos em constante transformação por meio de processo de aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes. E, o terceiro eixo compreende o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente, em que a identificação das relações entre essas esferas é que é considerado o ponto principal (CARVALHO, 2020, p. 45-46).

No processo de ensino de Ciências por investigação, há um ponto que é considerado o ápice do desenvolvimento da alfabetização científica, a construção e explicação de ideias por meio da argumentação.

Quando, após percorrer toda a trajetória científica norteada por problemas, o aluno consegue formular suas argumentações acerca de referido tema ou fenômeno, diz-se, então que esse aluno conseguiu alfabetizar-se cientificamente.

Acerca do conceito sobre argumentação, Carvalho compreende que

[...] como todo e qualquer processo por meio do qual a análise de dados, evidências e variáveis permite o estabelecimento de uma afirmação que relaciona uma alegação e uma conclusão, ou seja, um argumento. Tal relação pode estar associada a justificativas e refutações que garantem ser a afirmação mais ou menos forte. A análise de dados e evidências é um processo que possibilita o reconhecimento de variáveis e o estabelecimento daquelas que são relevantes para o problema em questão. Essa análise também permite estudar hipóteses e conjecturar sobre condições favorecendo a avaliação do que se investiga e, portanto consolidando justificativas e refutações para a conclusão do problema (CARVALHO, 2020, p. 46-47).

Quando o aluno chega à etapa da formulação das argumentações para explicar e comprovar o fenômeno observado, ele já conseguiu contemplar todo o processo, diagnosticar as hipóteses verdadeiras, organizar os dados encontrados e, por fim, sistematizar as ideias em uma estrutura argumentativa que define todas as relações estabelecidas com o referido tema.

Carvalho afirma que a Ciência não se encerra no fazer, é necessário que os alunos possam discutir com seus pares para testar as hipóteses e trocar ideias, assim como é de extrema necessidade que haja uma discussão com toda a turma mediada pelo professor para que todos possam trocar suas informações discutindo como foi feito, o que foi feito, e, o motivo de ter sido feito daquele jeito.

A argumentação discutida com os pares cria possibilidades de resignificação dos conhecimentos, além de possibilitar ao professor fazer uma análise geral das relações estabelecidas para o desenvolvimento de todo o processo, das ideias trocadas e de todo conhecimento envolvido com o fenômeno colocado na problematização.

Uma aula com características investigativas favorece a construção do conhecimento pelo diálogo, a argumentação dos estudantes, as interações professor-aluno e aluno-aluno, a avaliação dos processos de ensino, entre outros fatores (CARVALHO, 2020, p. 112).

A forma como os alunos apresentam seus argumentos vão dar condições para o professor analisar o nível de profundidade do conhecimento alcançado, a maneira de como cada um estabeleceu relação com o conhecimento prévio e de como esse novo conhecimento ganhou sentido e significado em suas ações a partir desse momento.

## **4 CONCEPÇÕES TEÓRICO-METODOLÓGICAS SOBRE O PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO COGNITIVO E DA APRENDIZAGEM**

Nesta seção, são apresentadas as concepções sobre o processo de desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem que foram tomadas como referencial teórico para a fundamentação metodológica das variáveis que implicam diretamente em uma aprendizagem efetiva na Sequência de Ensino Investigativa proposta.

Sendo a maior seção do texto dissertativo por conter o objeto de estudo da pesquisa realizada, a aprendizagem, e contemplar quatro teóricos que possuem um aprofundamento conceitual denso e indiscutivelmente repleto de riquezas e detalhes relevantes que devem ser considerados na prática docente.

Para dar fundamentação teórica a esse estudo, serviram de referenciais pesquisadores contemporâneos que apontam variáveis e teorias definindo caminhos para a educação significativa, de construção histórico-social, problematizadora e que promove a formação cidadã crítica e reflexiva.

Antes de começarmos a discutir sobre as concepções teórico-metodológicas trazidas pelos autores para dialogar nesse texto, percorreremos alguns conceitos importantes para contextualizar nosso entendimento sobre o assunto, fazendo uma introdução ao que será explanado depois. Esses conceitos são indispensáveis para uma maior compreensão das teorias e variáveis que serão apresentadas.

### **4.1 Conceitos relevantes para a compreensão do processo de desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem**

Tudo em nossa vida acontece a partir de um processo. Desde o ventre de nossas mães, todas as células, músculos, ossos e peles são formados por processos biológicos de constituição genética. Até mesmo os processos emocionais e sociais começam nesse momento. Quando nascemos, esses processos vão tendo continuidade e outros começam a fazer parte do nosso dia a dia.

Santos (2008) coloca que aprender é o principal instrumento de sobrevivência. O processo de aprendizagem se estabelece desde os primeiros instantes de vida, pois sem aprender a respirar não se sobrevive. Nessa perspectiva, a aprendizagem se torna condição de sobrevivência.

A aprendizagem é apenas um dos processos que compõem a vida humana e acontece ao longo de toda a sua história. O ser humano é capaz de desenvolver aprendizagem em todas as suas ações ou situações vivenciadas, quer sejam elas boas ou ruins, e em suas reflexões.

Sendo assim, esse processo de aprendizagem deve ser significativo para a vida do aluno, buscando alcançar os objetivos a que se propõe; como também deve ser um momento prazeroso e agradável; aquele tempo que o aluno quer que passe devagar para que possa apreciar da melhor forma, e que crie expectativas para o outro dia.

Mesmo que existam muitos conteúdos de difíceis graus de abstração, é possível tornar o ambiente em sala de aula melhor e altamente produtivo. Mas, como tornar o ambiente escolar um espaço agradável, satisfatório e significativo?

Quando o professor não busca uma conexão com aquilo que o aluno conhece, quando ele não aproxima os conceitos e ideias daquilo que o aluno tem intimidade, ou pelo menos tem um mínimo de conhecimento possível para que se estabeleça um elo e comece um relacionamento com o novo conhecimento, o processo de ensino-aprendizagem não alcançará o objetivo planejado, como também não proporcionará um ambiente agradável, satisfatório e significativo.

Isso acontece também quando o aluno não conhece nada sobre o assunto a ser tratado, e a aprendizagem mecânica (a qual falaremos com mais detalhes posteriormente), necessária nesse momento em que ainda não há um conhecimento prévio, não seja trabalhada de maneira a atrair o aluno, ou, não seja desenvolvida em um momento que instigue sua curiosidade. Dessa forma, o professor não conseguirá estabelecer um ambiente para uma aprendizagem que tenha condições de dar suporte às próximas que virão.

Joseph Novak (1981) tem colocado uma proposta mais humanista para a sala de aula mostrando que existem relações entre o pensamento, o sentimento e as ações do aluno, que são essenciais para o alcance de resultados satisfatórios no processo de ensino-aprendizagem. Moreira assente a esse respeito, vejamos:

É a aprendizagem significativa que subjaz a integração construtiva de pensar, sentir e agir, engrandecendo o ser humano. Quer dizer, o aprendiz é visto como um ser que pensa, sente e age de maneira integrada, mas é a aprendizagem significativa que torna positiva esta integração, de modo a levá-lo à autorrealização, ao crescimento pessoal (MOREIRA, 2018, p. 16).

Novak (1981) é um teórico que trabalha entre o enfoque cognitivista e humanista, fazendo uma ligação entre eles. Sua proposta teórica é mais ampla, incluindo a teoria da

aprendizagem significativa, na qual aprofundou seus estudos como cooperador e disseminador das ideias de David Ausubel (1963). Novak definiu seu pensamento na concepção de que educação é um conjunto integrado de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras possibilitando o indivíduo se relacionar com a vida diária.

O autor afirma que não há possibilidade de um processo de aprendizagem acontecer somente em uma dessas dimensões, pois estaria incompleto e se constituiria em resultados falhos, cheios de lacunas, distantes de propiciarem o crescimento e o desenvolvimento pessoal necessários na etapa de formação cidadã. Segundo Novak:

Aprendizagem afetiva é associada com aprendizagem de habilidades (motora) e com aprendizagem cognitiva. Assim podemos aprender a “adorar” golfe e “odiar” Matemática porque adquirimos um armazenamento positivo (atitude positiva) relativo ao golfe e negativo em relação à Matemática (NOVAK, 1981, p. 11).

A escola deve ser um ambiente em que as dificuldades de aprendizagem sejam vencidas, buscando a formação de cidadãos que tenham habilidades de problematizar questões, propondo soluções para fazer diferença no mundo globalizado em que vivemos atualmente. As práticas pedagógicas devem envolver o aluno emocionalmente para que ele se sinta bem no processo e consiga um desenvolvimento pleno de suas habilidades.

Muitos conceitos, conhecimentos e informações são trabalhados de forma arbitrária, não respeitando as particularidades e necessidades de cada aluno, nem mesmo organizando uma conexão com suas realidades para terem um fim específico, como também criando nos alunos uma aversão por determinadas matérias, ou até mesmo pela escola.

Todo profissional comprometido com sua prática docente busca constantemente exercer seu trabalho de forma cada vez mais competente, e consegue isso por meio da busca constante do conhecimento e das experiências vividas por ele e por seus pares.

Zabala justifica que: “se consegue esta melhora profissional mediante o conhecimento e a experiência para dominá-las. A experiência, a nossa e a dos outros professores. O conhecimento, aquele que provém da investigação, das experiências dos outros e dos modelos, exemplos e propostas” (ZABALA, 1998, p. 13).

Compreendendo que o processo de aprendizagem é complexo e envolve vários aspectos, e que na área das ciências da natureza o professor precisa estar atento continuamente à maneira como o aluno está construindo seu conhecimento; como também, desenvolvendo suas competências e habilidades tendo em vista o caráter diferenciado dessa área quanto aos conceitos com um nível maior de abstração, estando a Química aqui

incluída, é de extrema vitalidade para o sucesso no processo de aprendizagem que o professor busque alternativas pedagógicas para superar essas dificuldades e promover um desenvolvimento produtivo em sala de aula.

Quanto a isso, Zabala (1998) afirma que:

Alguns teóricos da educação, a partir da constatação da complexidade das variáveis que intervêm nos processos educativos, tanto em número como em grau de interações que se estabelecem entre elas, afirmam a dificuldade de controlar muitas coisas ao mesmo tempo, o que faz com que se considere difícil, quando não, impossível, a tentativa de encontrar referências ou modelos para racionalizar a prática educativa (ZABALA, 1998, p. 14).

Para observar esse processo nos fundamentamos nas concepções teóricas de alguns autores que buscaram construir teorias, definir variáveis e organizar sistematicamente o conhecimento e a forma como vai se construindo cognitiva e socioemocionalmente, para estruturarmos uma proposta pedagógica que seja significativa, sociointerativa e problematizadora na busca do pleno desenvolvimento do aluno e sua formação como cidadão ativo na sociedade.

Esse entendimento é de extrema necessidade para uma prática profissional preocupada e consciente com sua atuação. De acordo com Zabala (1998):

Se entendermos que a melhora de qualquer das atuações humanas passa pelo conhecimento e pelo controle das variáveis que intervêm nelas, o fato de que os processos de ensino-aprendizagem sejam extremamente complexos - certamente mais complexos do que os de qualquer outra profissão - não impede, mas sim torna mais necessário, que nós, professores, disponhamos e utilizemos referenciais que nos ajudem a interpretar o que acontece em aula. Se dispomos de conhecimentos desse tipo, nós os utilizamos previamente, ao planejar, no próprio processo educativo, e, posteriormente, ao realizar uma avaliação do que aconteceu (ZABALA, 1998, p. 15).

Trabalharemos com alguns autores que podem fornecer elementos para possibilitar a análise das condições em que ocorre o fenômeno do processo de aprendizagem e apontam os referenciais que possibilitam um direcionamento na observação e acompanhamento do progresso da construção dos conceitos que se dá em cada etapa.

Esses teóricos têm concebido suas percepções sobre aprendizagem a partir de suas experiências, e estruturaram suas teorias conforme sua área de atuação e suas pesquisas investigativas. Antes de começarmos a compreender como cada um deles pensa a aprendizagem, bem como a forma que organizam suas ideias em um método ou teoria, observaremos alguns conceitos importantes.

Os teóricos organizam seus conhecimentos em teorias e métodos sistematizando conceitos, princípios e variáveis, justificando suas concepções a partir da compreensão

ampla do processo de aprendizagem por meio dos estudos que contribuíram e contribuem para entender a complexidade desse fenômeno que é a educação.

Para entender e refletir sobre a forma como acontecem o desenvolvimento cognitivo e o processo de aprendizagem, precisamos partir do significado das palavras que iremos trabalhar ao longo dessa investigação. Por exemplo, o que seriam conceitos e princípios? “Conceitos são signos que apontam regularidades em objetos ou eventos, os quais são usados para pensar e dar respostas rotineiras e estáveis ao fluxo de eventos”. Princípios, por sua vez, são relações significativas entre conceitos (MOREIRA, 2018, p. 13).

Outra nomenclatura importante é saber definir teoria. As teorias, por conseguinte, são mais amplas, englobando os conceitos e princípios referentes à área em questão e relacionando-os em sistemas de valores que se encontram subjacentes a eles, as filosofias. Joseph Novak (1981) usa esses termos e mais o de “fato” para falar sobre aprendizagem. De acordo com o autor,

Fatos são registros de eventos. Conceitos descrevem alguma regularidade ou relação dentro de um grupo de fatos e são designados por algum sinal ou símbolo. E Teorias servem para unir conceitos, ou para sugerir modos como conceitos possam ser relacionados (NOVAK, 1981, p. 4).

Para Novak (1981), os conceitos precisam ser bem construídos e organizados na mente do aluno, caso contrário não há como formar nele um comportamento problematizador que busque soluções diante deles.

Conceitos são aquilo com o que pensamos. Se não pudermos ter nossos conceitos claros e organizados, nosso pensamento será confuso, e não teremos êxito, nem em solucionar problemas, nem em gerar outros conceitos que nos ajudariam a solucioná-los (NOVAK, 1981, p. 22).

Cada ciência estrutura o conhecimento de uma forma organizada e sistematizada de acordo com as características de suas partes; para a filosofia, as teorias são classificadas de acordo com sua abordagem. Moreira explica que, quanto à abordagem, “as teorias de aprendizagem podem ser organizadas em três: a comportamentalista (Behaviorista), a humanista e a cognitivista (construtivista), mesmo não se conseguindo determinar claramente em qual corrente filosófica ela se enquadre” (MOREIRA, 2018, p. 13).

Para Zilles (2005), o conhecimento é objeto e as teorias servem para expressá-lo em linguagem, ou seja, a teoria não é o conhecimento em si, é apenas o que se pensa a respeito do objeto. Em outras palavras, o autor defende que o conhecimento é o resultado da proximidade com o objeto, pressupondo-se que sua construção aconteça a partir do

concreto. Dessa forma, a linguagem será mais exata à medida que se aproxime dos objetos da vida diária do aluno.

Os primeiros estudos na área do desenvolvimento humano aconteceram com o enfoque comportamentalista (Behaviorista). Em contrapartida a ele, surgiram as primeiras pesquisas na linha da filosofia cognitivista. Para o cognitivismo, o enfoque está naquilo que é ignorado pelos comportamentalistas, no caso, a cognição, o ato de conhecer. Diferente dos Behavioristas,

Os cognitivistas percebem que o conhecimento está em variáveis intervenientes, que estão entre outras variáveis; como entre os estímulos e as respostas, nos processos mentais superiores, cognições (percepção, resolução de problemas, tomada de decisões, processamento de informação, compreensão) (MOREIRA, 2018, p. 15).

Para os cognitivistas, o desenvolvimento acontece durante todo o processo. O cognitivismo tem a ver com a atribuição de significados, de compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação. Nesse sentido, a cognição acontece por construção, passo a passo, uma etapa de cada vez. O construtivismo, por sua vez, é uma posição filosófica cognitivista interpretacionista, por compreender que os eventos e objetos do universo são interpretados pelo sujeito cognoscente (MOREIRA, 2018).

O terceiro enfoque da classificação filosófica é o humanista, do qual Novak, autor já citado anteriormente, faz parte. Esse enfoque vê o aluno em seu lado humano, o vê como pessoa, se preocupa com seu emocional, percebe e valoriza seu modo de pensar, sentir e agir. O aprendiz é visto como um todo, não apenas uma parte, como o intelecto (cognitivo), no caso do enfoque cognitivista. Não partes isoladas, mas partes integradas num conjunto que se complementam. É o enfoque mais abrangente que os outros. Há uma preocupação com aspectos não abordados nos outros enfoques filosóficos citados.

Os autores utilizados como referencial teórico participam do enfoque cognitivista e humanista. Para compreendermos como no processo de aprendizagem as competências cognitivas e socioemocionais vão sendo construídas, as concepções dos autores apontados darão sustentação para a proposta pedagógica, trazendo luz à compreensão dos aspectos pertinentes à sua construção.

Detivemo-nos nas percepções de Jean William Fritz Piaget (1896-1980), Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934), David Paul Ausubel (1918-2008) e Paulo Reglus Neves Freire (1921-1997), sendo que a disposição dos teóricos no texto foi organizada de forma cronológica.

Cada autor contribuirá com aquilo que sua teoria contempla quanto ao desenvolvimento cognitivo humano, acrescentando um ao outro, particularidades específicas. Suas concepções quando trabalhadas juntas funcionam como complementaridade epistemológica, possibilitando uma visão ampla do processo de aprendizagem alcançado pela Sequência de Ensino Investigativa aqui proposta.

Não tivemos a pretensão de nos aprofundar nas teorias dos autores citados, entendendo que são textos densos e de grande riqueza e complexidade; contudo, procuramos uma aproximação com os teóricos, delimitando aqueles que possivelmente poderiam trazer o seu olhar como contribuição para a investigação.

Entendemos que cada teoria contextualizada nesta pesquisa tem sua peculiaridade. Bessa (2008) defende a riqueza de cada uma da seguinte forma:

É bom lembrarmos que para cada teórico ou conjunto de teorias, a aprendizagem é definida de uma maneira diferente e a explicação sobre como ela ocorre também se diferencia. Portanto, não devemos nos expressar de forma a validar uma ou negar a outra, ou seja, não devemos dizer que uma está certa e outra errada. O que ocorre é que todas têm validade, pois lançam um olhar sobre maneiras específicas de aprender (BESSA, 2008, p. 9).

Cada teórico examinado vem de um campo de pesquisa diferente. Piaget percebe o desenvolvimento cognitivo a partir do próprio desenvolvimento físico, e sua percepção quanto às fases de construção de competências trarão riqueza de detalhes quando estivermos detidos para entender essa área. Suas contribuições também serão valiosas para entendermos o fenômeno da aprendizagem na complexidade da interação social, como também o autor traz um olhar sobre o ensino de ciências e o seu valor para a formação humana.

Vygotsky nos possibilitará compreender que o aluno é um ser histórico, social e cultural, e que o meio social é a principal variável que interfere no desenvolvimento humano. Ausubel traz em sua teoria o valor do conhecimento prévio do aluno para que o novo conhecimento possa se ancorar e criar sentido na aprendizagem. Freire, por sua vez, fala sobre a problematização dialogada como construção de uma consciência crítica e a liberdade que a educação pode trazer a partir dessa conscientização.

Tomando esses autores como base e outros referenciais que buscamos para trazer mais riqueza a essa análise, fizemos um entrelaçamento teórico que fundamentou cientificamente o desenvolvimento do processo de cada etapa da Sequência de Ensino, e das variáveis que influenciam diretamente, indiretamente e intervenientemente no processo.

Partimos inicialmente do seguinte pressuposto: “O que é aprendizagem?” De acordo com o Dicionário Online de Português (DICIO, 2020), aprendizagem é a “Ação, processo, efeito ou consequência de aprender; tem relação com aprendido”.

A Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2018) define que a aprendizagem a ser desenvolvida no ensino médio deve ser uma aprendizagem efetiva, que traga sentido para a vida do aluno, e que possibilite o desenvolvimento de todas as competências pré-estabelecidas nesse documento, de tal forma a garantir seu pleno desempenho no mundo do trabalho.

Então, o que seria a aprendizagem efetiva? Considerando que algo efetivo seja aquilo que é capaz de produzir um efeito real. A aprendizagem efetiva seria, então, aquela capaz de produzir um efeito real para o aluno, formá-lo um cidadão capaz de intervir e transformar sua realidade. A aprendizagem significativa é aquela que tem um significado que produz sentido. Esse tipo de aprendizagem tem sido objeto de estudo de muitos teóricos ao longo dos últimos anos.

Para Ausubel (1973) foi o primeiro autor que usou o termo ‘significativa’ na área da aprendizagem. Para o autor, se refere ao processo pelo qual um novo conhecimento se relaciona de maneira não arbitrária e não literal à estrutura cognitiva do aprendiz, de modo que o conhecimento prévio interage, de forma significativa com o novo conhecimento que lhe é apresentado, provocando mudanças em sua estrutura cognitiva.

Quais variáveis interferem no processo de aprendizagem? Como cada autor que estuda esse processo organiza seus conhecimentos acerca do assunto? Como acompanhar a construção do conhecimento do aluno? O que o professor deve observar para compreender e manter o processo de aprendizagem produtivo de seus alunos? De que forma as teorias auxiliam o professor em sala de aula? Como se dá o processo de aprendizagem? Como melhorá-lo?

Essas e outras perguntas devem ser muito bem analisadas e pontuadas. O professor deve estar atento continuamente em cada momento que envolve o processo de ensino-aprendizagem, pois servem como referenciais, dando os sinais de que tudo está indo bem, ou, o que precisa ser ajustado no percurso. Vamos nos reportar a uma das perguntas feitas anteriormente: Como se dá o processo de aprendizagem?

Há muito tempo, o homem vem tentando explicar os processos que envolvem o fenômeno da aprendizagem, contudo, foi a partir do século XX, com os estudos na área da psicologia, que começaram a surgir as primeiras teorias na busca de explicar o

funcionamento do cérebro e do desenvolvimento cognitivo humano, e, por conseguinte, o processo de aprender.

Nesse período, estudiosos começam a entender que é por meio da aprendizagem que o homem começa a desenvolver hábitos e comportamentos, e que tem a possibilidade de construir conhecimento a partir da interação com o meio que vive.

Muitos estudos foram realizados na tentativa de entender e explicar o desenvolvimento da mente humana e deixaram contribuições valiosas para os professores utilizarem como ferramenta de observação e análise em sua prática docente.

## **4.2 Teóricos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem e algumas de suas principais contribuições**

*Um dos objetivos da Ciência é criar interações e relações entre teorias, uma vez que o conhecimento não é construído pontualmente, o que descaracteriza a visão analítica da Ciência.*

(Anna Maria Pessoa de Carvalho)

Não pretendemos tratar de forma aprofundada sobre cada teoria, haja vista que enfocaremos tão somente nos aspectos de cada autor que possibilitem perceber como os alunos vão estruturar o conhecimento na área do ensino de Química, e como eles o articulam na busca de soluções práticas para o seu cotidiano.

### *4.2.1 A teoria construtivista do desenvolvimento cognitivo humano de Jean William Fritz Piaget*

*O professor não é o que ensina, mas o que desperta no aluno a vontade de aprender.*

(Jean Piaget)

Piaget é um teórico cognitivista e foi um dos pioneiros nos estudos do enfoque construtivista. Sua obra é muito ampla e sua teoria é considerada uma teoria construtivista do desenvolvimento humano. Dada a complexidade, muitos estudiosos se detêm até hoje em pesquisas sobre suas contribuições epistemológicas.

Piaget aperfeiçoou estudos científicos nos campos da psicologia do desenvolvimento, teoria cognitiva e na epistemologia genética. Pontuamos aspectos de sua teoria que nos possibilitam compreender elementos envolvidos no processo do desenvolvimento mental. Esses aspectos ajudam o professor enquanto mediador da

aprendizagem a minimizar as dificuldades enfrentadas pelos alunos do ensino médio quanto ao nível de abstração de conceitos e princípios na área das ciências da natureza, apontando para os resultados propostos.

Para conhecer um pouco mais sobre esse teórico, organizamos os tópicos começando pela classificação que ele usa com os estágios do desenvolvimento mental, conceitos-chave de sua teoria; em seguida, discorreremos sobre a forma que compreende a interação social e sua relação com o desenvolvimento cognitivo.

#### *4.2.1.1 Conceitos-chave da teoria de Piaget: assimilação, acomodação e equilíbrio*

A obra de Piaget é muito ampla, um dos pontos máximos de sua contribuição está na organização de como esse pesquisador entendeu o crescimento cognitivo da criança e o definiu por meio de sequências, para as quais atribuiu conceitos-chave para denominá-los, que são: equilíbrio, assimilação e acomodação, sendo o próprio indivíduo quem conduz todo esse processo mental de desenvolvimento.

São exatamente nesses conceitos que estão o construtivismo de Jean Piaget. Para esse teórico, a assimilação é o fato de que a iniciativa na interação do sujeito com o objeto é do organismo. Moreira discorre sobre isso,

O indivíduo constrói esquemas de assimilação mentais para abordar a realidade. Todo esquema de assimilação é construído e toda abordagem à realidade supõe um esquema de assimilação. Quando o organismo (mente) assimila, ele incorpora a realidade a seus esquemas de ação, impondo-se ao meio. Exemplo, quando se diz que uma grandeza física é vetorial, associa-se esta grandeza ao esquema vetor (MOREIRA, 2018, p. 100).

No processo de assimilação, o conhecimento da realidade não é modificado. Seria o primeiro contato do aluno com o objeto do conhecimento com o qual está começando a se relacionar, estabelecendo com ele um processo de observação e exploração. Essa modificação acontece em outra fase, a que surge posterior à assimilação, o que Piaget chama de acomodação.

É na fase da acomodação que o desenvolvimento cognitivo acontece propriamente. São os problemas que o aluno vai descobrindo e buscando resolver que o impulsionam a modificar esse conhecimento em sua estrutura, retendo-o de maneira lógica. Se o meio não apresenta problemas ou dificuldades, a atividade da mente será apenas de assimilação. Na assimilação, o sujeito cognoscente conhece a realidade e, na acomodação, ele interfere nela.

Segundo o autor, são os problemas e as dificuldades que fazem com que o sujeito cognoscente consiga modificar a mente, fazê-la se desenvolver, tirá-la do lugar que está para outro melhor, e conseqüentemente se relacionar com a realidade, modificando-a, dando sua contribuição como ser social interativo que é. De acordo com Piaget, o indivíduo só consegue se desenvolver se lhe for imposta uma situação que sirva como um ponto de ignição para uma movimentação da mente que produz o seu desenvolvimento.

Não há acomodação sem assimilação, pois acomodação é reestruturação da assimilação. O equilíbrio entre assimilação e acomodação é a adaptação à situação. Experiências acomodadas dão origem, posteriormente, a novos esquemas de assimilação e um novo estado de equilíbrio é atingido (MOREIRA, 2018, p. 100).

Logo após essas duas etapas precedentes, vem a equilibração que fecha um ciclo do processo iniciando outro, e assim sucessivamente, fazendo com que o processo de desenvolvimento cognitivo tenha um movimento cíclico e constante de desenvolvimento, buscando sempre um conhecimento de maior grau de dificuldade nas etapas seguintes.

Sempre que acontece uma etapa de assimilação e acomodação, tem-se a reequilibração. E a cada nova experiência vivenciada pelo sujeito, a mente se modifica, havendo o crescimento cognitivo. Esse processo prossegue até o período de operações formais, e continua na idade adulta. “O desenvolvimento da criança é uma “construção” por reequilibrações e reestruturações sucessivas” (MOREIRA, 2018, p. 101).

O desenvolvimento psíquico, que começa quando nascemos e termina na idade adulta, é compatível ao crescimento orgânico: como este, orienta-se, essencialmente, para o equilíbrio. Da mesma maneira que um corpo está em evolução até atingir um nível relativamente estável – caracterizado pela conclusão do crescimento e pela maturidade dos órgãos -, direção de uma forma de equilíbrio final, representada pelo espírito adulto. O desenvolvimento, portanto, é uma equilibração progressiva, uma passagem contínua de um estado de menor equilíbrio para um estado de equilíbrio superior (PIAGET, 1983, p. 11).

Na visão de Piaget, as crianças são as próprias construtoras ativas do conhecimento, constantemente criando e testando suas teorias sobre o mundo e formando seus próprios conceitos. No processo de construção do conhecimento e desenvolvimento cognitivo, elas ocupam o lugar central das descobertas e buscas pelas soluções dos problemas encontrados. Piaget forneceu uma percepção sobre as crianças que serve como base de muitas linhas educacionais atuais e suas contribuições trouxeram expressivos avanços nessa área do conhecimento, implicando colaborações decisivas para a área das ciências da natureza.

#### 4.2.1.2 Interação social

A aprendizagem para Piaget é um processo de construção do conhecimento estruturado sistematicamente, que acontece de forma contínua e progressiva ao longo do próprio desenvolvimento biológico da criança. Ele entende que, à proporção que a criança vai se desenvolvendo biologicamente, sua mente vai avançando cognitivamente, vencendo etapas de maturação, sua inteligência mental se aprimorando e seu conhecimento vai sendo produzido, sedimentado e amadurecido ao longo do tempo.

Isso se dá a partir do relacionamento que o indivíduo tem com sua realidade, construindo o conhecimento pela forma como percebe o mundo e a si mesmo. Para o autor, a criança vai chegando às suas conclusões e construindo conceitos e valores em cada etapa vivenciada, o que torna esse momento importante tanto para seu desenvolvimento cognitivo, como também afetivo.

Ao contrário do que propõem as correntes filosóficas do racionalismo e do empirismo, para Piaget, o conhecimento é construído como uma terceira direção entre sujeito e objeto, sendo a própria criança o protagonista dessa construção. Vejamos o que Piaget considera sobre isso:

A terceira direção, que é decididamente a nossa (e que nos leva a atribuir os começos da linguagem às estruturas construídas pela inteligência sensorial preexistente), é de natureza construtivista, isto é, sem pré-formação exógena (empirismo) ou endógena (inatismo) por contínuas ultrapassagens das elaborações sucessivas, o que do ponto de vista pedagógico, leva incontestavelmente a dar toda ênfase às atividades que favoreçam a espontaneidade da criança (PIAGET, 1998, p. 11).

Cabe salientar que o racionalismo e o empirismo como correntes filosóficas consideram o conhecimento sobre pontos de vista diferente. No empirismo, que tem como seu principal defensor John Locke, a mente humana é entendida como uma “tábula rasa”, em que o conhecimento vai sendo apropriado por meio das experiências vivenciadas pelo indivíduo ao longo de sua história. As fontes de conhecimento no empirismo são externas aos indivíduos.

Já no racionalismo ou inatismo, como também é chamado, que encontra em Descartes seu principal representante, é negada a informação sensorial como fonte principal do conhecimento. Para os adeptos a essa corrente epistemológica, o conhecimento é inato ao sujeito. O mesmo nasce com ideias, talentos, aptidões, precisando apenas que essas ideias sejam externadas, e as experiências são apenas o instrumento que

vão possibilitar que isso aconteça. O que as duas correntes têm em comum é que percebem o sujeito como passivo no processo de aprendizagem.

No construtivismo, temos um entendimento diferente do empirismo e do racionalismo. Nele, é defendida a ideia de que o conhecimento e o desenvolvimento da inteligência resultam de uma construção progressiva do sujeito em interação com o meio físico e social, o conhecimento se constrói um pouco a cada vez, à proporção que as estruturas mentais e cognitivas da criança se organizam sistematicamente, de acordo com cada estágio de desenvolvimento.

Nessa corrente, a criança está no centro do processo de construção do conhecimento e são suas experiências que as possibilitam estabelecer a relação com o meio social e com o objeto do conhecimento, tornando-se agente ativo na produção do desenvolvimento cognitivo que vai se estabelecendo com essa relação social.

Não se aprende a experimentar simplesmente vendo o professor experimentar, ou dedicando-se a exercícios já previamente organizados: só se aprende a experimentar, tateando, por si mesmo, trabalhando ativamente, ou seja, em liberdade e dispondo de todo o tempo necessário (PIAGET, 1949, p. 39).

Para Piaget, o processo de construção do conhecimento, e conseqüentemente de desenvolvimento da inteligência se dá com sucessivas estruturas de operações mentais que vão sendo organizadas cognitivamente pela criança nas diversas experiências vivenciadas por ela. Piaget fala sobre os métodos ativos que podem ser utilizados pelo professor como mediador dessa relação estabelecida entre a criança como sujeito (cognoscente) e o objeto (cognoscível) na busca pelo novo, pelo desconhecido que se torna atrativo por meio da maneira como o professor instiga a curiosidade do aluno, criando possibilidades de investigação.

Pelo contrário, os métodos ativos, que recorrem ao trabalho ao mesmo tempo espontâneo e orientado por perguntas planejadas, ao trabalho em que o aluno redescobre ou reconstrói as verdades em lugar de recebê-las já feitas, são igualmente necessários tanto para o adulto quanto para a criança [...] Cabe recordar, de fato, que cada vez que o adulto aborda problemas novos, o desenvolvimento de suas reações assemelha-se à evolução das reações no processo do desenvolvimento mental (PIAGET, 1965a, p. 43).

No processo de ensino em que o aluno ocupa o centro das ações educativas por meio da problematização da realidade, com o intuito de incentivá-lo à investigação e construção de conceitos a partir de sua própria interação com a realidade e os objetos que lhe são colocados para descobrir, vai havendo espaço para o desenvolvimento de competências e habilidades cognitivas e socioemocionais.

No construtivismo, a criança tem contato com o objeto do conhecimento a ser descoberto e investigado. Ela se envolve, observa, examina, reflete e estabelece relações, atribuindo significados para suas descobertas que vão criando sentido para a sua realidade e possibilitando construir seus próprios conceitos e suas conclusões sobre o que está sendo analisado. A partir dessa vivência, a criança tem condições de caminhar para a busca de soluções de maneira autônoma.

Não é algo pronto que lhe é apresentado, mas é como se fossem peças de um quebra-cabeça espalhadas aleatoriamente, e a criança vai percebendo o formato de cada uma e compreendendo a maneira como se encaixam de acordo com seus tamanhos e modelos, e partindo para a montagem da estrutura de peças até conseguir chegar ao resultado final e descobrir a figura formada por elas.

No processo de desenvolvimento mental proposto por Piaget, a etapa é concluída e a criança vai percebendo em que ponto chegou, e a partir daí ela é direcionada para a etapa seguinte, mais evoluída com um grau de dificuldade maior. A criança vai percebendo que é capaz de avançar por si mesma com a ajuda do professor que estará pronto para orientar, na medida em que o processo vai evoluindo. Algo muito importante é a postura positiva e encorajadora que o professor como mediador do processo precisa ter como forma de estimular a criança a progredir continuamente.

#### 4.2.2 A teoria do desenvolvimento cognitivo de Lev Semenovich Vygotsky

*Para entender o que o outro diz, não basta entender as suas palavras, mas também é preciso entender seu pensamento e sua motivação.*

(Lev Vygotsky)

Vygotsky foi um dos estudiosos e teóricos que mais contribuíram para as pesquisas na área do desenvolvimento cognitivo humano, e seu método trouxe consideráveis descobertas para a psicologia e para a educação.

Esse teórico sempre foi muito envolvido pelos estudos, começou cedo suas primeiras descobertas, e o meio social em que vivia na época com todos os grandes acontecimentos históricos, teve uma parcela importante em seu próprio desenvolvimento como pesquisador, trazendo influências decisivas para a construção de suas descobertas e concepções no campo dos processos cognitivos, que o possibilitaram organizar e definir as variáveis que influenciam cada etapa de desenvolvimento fundamentando sua teoria.

Abordaremos nesse tópico sobre Vygotsky a teoria sócio-histórica-cultural da aprendizagem e o método experimental.

#### *4.2.2.1 A teoria sócio-histórico-cultural da aprendizagem de Lev Vygotsky*

Vygotsky parte do pressuposto de que o indivíduo tem uma estrutura cognitiva organizada por processos mentais que se desenvolvem a partir da interação com a cultura e as relações sociais que o indivíduo vai estabelecendo ao longo de sua história de vida. Para ele, esses processos mentais são organizados da seguinte forma:

Processos elementares- que são os processos de ordem biológica, como reflexos, reações automáticas e associações simples. E processos psicológicos superiores- que são os que caracterizam o funcionamento psicológico tipicamente humano, regidos pela ação consciente, pelo caráter voluntário da atenção e da memória ativa e pelo comportamento intencional (BESSA, 2008, p. 60).

Os primeiros processos de desenvolvimento psicológico, os considerados elementares, possibilitam ao indivíduo sobreviver como espécie animal e, os processos psicológicos superiores, aqueles que são mais bem elaborados pela mente, permitem-no constituir-se como ser humano racional e consciente de suas ações. Esse desenvolvimento processual e cognitivo que acontece no indivíduo, o diferenciando dos outros animais, não ocorre fora das relações sociais, isto é, independente do contexto sócio-histórico-cultural, pelo contrário, acontece a partir dele.

Moreira discute sobre outro aspecto da teoria de Vygotsky que é o do desenvolvimento dos processos psicológicos superiores acontecendo por meio da socialização pela mediação, ou seja, a conversão das relações sociais em funções psicológicas acontece pela mediação (MOREIRA, 2018, p. 108).

Segundo Vygotsky, a criança apropria-se das formas de convívio da cultura na qual está inserida de forma indireta, pela mediação com outros indivíduos de seu meio social. As relações que são construídas desse convívio fornecem os elementos sociais e culturais indispensáveis para sua formação, que servem como mediadores do processo, possibilitando o desenvolvimento de suas funções psicológicas superiores.

Esse relacionamento estabelecido pela interação social que acontece entre a criança e o mediador é desenvolvido de forma dialética, em que a criança constrói sua trajetória histórica se posicionando socialmente e estabelecendo uma relação de identidade cultural com os elementos com os quais ela tem a possibilidade de estabelecer suas próprias experiências históricas construídas durante esse processo.

A interação social variável que interfere diretamente na aprendizagem deve ocorrer dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), na mente do aluno, que é a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real e o seu nível de desenvolvimento potencial (VYGOTSKY, 2007).

Para Vygotsky, pensamento e linguagem são dois fenômenos completamente diferentes, e partem de fontes diferentes, contudo, estabelecem uma relação de integração de forma complexa, relacionando-se um com o outro e modificando-se nesse movimento interativo. Apresentam funções distintas, que em determinado momento do desenvolvimento convergem. O pensamento não se inicia com as palavras, nem tão pouco a linguagem surge dentro de uma lógica racional.

De acordo com Vygotsky, temos:

A relação entre pensamento e linguagem modifica-se no processo de desenvolvimento tanto no sentido quantitativo quanto no qualitativo. Noutros termos, o desenvolvimento da linguagem e do pensamento realiza-se de forma não paralela e desigual. As curvas desse desenvolvimento convergem e divergem constantemente, cruzam-se, nivelam-se em determinados períodos e seguem paralelamente, chegam a confluir em algumas de suas partes para depois tornar a bifurcar-se (VYGOTSKY, 2000, p. 111).

Essa relação entre o pensamento e a linguagem é um produto do desenvolvimento cognitivo da criança, se conectam e se modificam ao longo da construção no processo de desenvolvimento. Para Vygotsky (2000), a partir do significado da palavra se identifica a unidade do pensamento verbal. Ele afirma que a palavra sem significado não tem sentido, sendo apenas um som vazio. O significado expressa uma generalização ou um conceito, representando um ato do pensamento e da linguagem, trazendo um sentido real para o mundo que a criança está construindo e se relacionando.

Vygotsky (2000) estabelece diferenças entre significado e sentido, em que o sentido tem uma dimensão maior que o significado. Para o teórico, o sentido de uma palavra é o conjunto dos fenômenos psicológicos que ela desperta na consciência do indivíduo, acontecendo sempre de forma dinâmica e complexa. O significado, por sua vez, constitui-se apenas em uma dessas zonas de sentido que a palavra adquire no contexto de algum discurso, sendo, contudo, uma zona mais estável e uniforme. É o significado que representa os sentidos compartilhados socialmente, possibilitando a comunicação.

Por meio da linguagem a criança expressa seus pensamentos, ideias, desejos e emoções, estabelecendo uma relação com o meio social no qual está inserida, construindo

sua inteligência de maneira processual e produzindo seus conceitos de forma histórica e compartilhada socialmente.

Enquanto pensamento e linguagem caminham paralelamente em determinado momento, eles passam pela fase pré-linguística do pensamento; isso acontece entre os 0 e os 2 anos de idade, é a fase da inteligência prática, em que a criança pega e manuseia os objetos para resolver aquilo que ela quer. E a fase pré-intelectual da linguagem, ela usa o choro, o balbucio e o murmúrio para externar suas emoções e se comunicar (VYGOTSKY, 2008, p. 52).

Nessa fase do desenvolvimento, a criança embora não domine a linguagem enquanto sistema simbólico, já utiliza manifestações verbais. O choro, o riso e o balbucio da criança pequena têm clara função de alívio emocional, mas também servem como meio de contato social, de comunicação difusa com outras pessoas (OLIVEIRA, 1997, p. 46).

A partir da interação da criança com as pessoas ao seu redor, estabelecidas pelo meio social em que vive, ela começa a desenvolver sua inteligência, pois a fala evolui mais, sendo chamada de fala intelectual e o pensamento passa a ser verbal, tendo a união do pensamento com a linguagem convergindo e se desenvolvendo juntos a partir daí. Esse momento de surgimento do pensamento verbal é essencial para o desenvolvimento da criança. De acordo com Oliveira, “o surgimento do pensamento verbal e da linguagem como sistema de signos é um momento crucial do desenvolvimento da espécie humana, momento em que o biológico se transforma no sócio-histórico” (OLIVEIRA, 1997, p. 45).

Com o surgimento na vida da criança da fala intelectual e do pensamento verbal, percebe-se que ela já consegue trabalhar sua inteligência de forma diferenciada, organizando suas ações e indo além do que é previsível no sistema biológico, que é o que acontece com os outros animais, por exemplo. E isso acontece devido às interações sociais que ela estabelece em seu processo histórico de desenvolvimento cognitivo.

Segundo a percepção de Vygotsky, o desenvolvimento acontece de fora para dentro, de um meio intersíquico para o intrapsíquico, o que acontece com a criança no estágio da fala egocêntrica, pois já tem um vocabulário maior e o seu pensamento é mais formalizado, contudo, não interiorizado. O pensamento está em uma fase intersíquica.

Vygotsky explica que:

Também no estágio inicial do desenvolvimento da criança, poderíamos, sem dúvida, constatar a existência de um estágio pré-intelectual no processo de formação da linguagem e de um estágio pré-linguagem no desenvolvimento do pensamento. O pensamento e a palavra não estão ligados entre si por um vínculo

primário. Este surge, modifica-se no processo do próprio desenvolvimento do pensamento e da palavra (VYGOTSKY, 2001, p. 369).

É por meio da linguagem que a criança se apropria do modo de ser de sua espécie. Desse modo, a linguagem exerce um papel primordial no desenvolvimento do psiquismo e, por meio dos símbolos e signos, representa as atividades do ser humano cumprindo suas funções: a de comunicação social e a de estruturação e concretização do pensamento.

Vygotsky (2008) estudou a formação de conceitos e verificou que as funções intelectuais responsáveis por construir a base psicológica do processo de formação de conceitos, amadurecem, se configuram e se desenvolvem somente na puberdade. O que acontece antes dessa etapa são apenas funções semelhantes e antecessoras a ela e mais simples.

Para cada conceito utilizado em sua teoria, Vygotsky determinou formações intelectuais específicas, as quais chamou de: agregação desorganizada, pensamento por complexos e conceitos potenciais.

1) Agregação desorganizada, ou amontoada – é o primeiro passo da criança pequena para a formação de conceitos, ocorre quando ela agrupa alguns objetos desiguais de maneira desorganizada, sem fundamento, para solucionar um problema que os adultos resolveriam com a formação de um novo conceito. 2) Pensamento por complexos-nesta segunda fase, os objetos são agrupados não só por causa das impressões subjetivas da criança, mas também em razão de relações que de fato existem entre esses objetos. 3) Conceitos potenciais-resultam de uma espécie de abstração tão primitiva que, a rigor, não sucede o estágio dos pseudoconceitos, pois está presente, em certo grau, já nas fases iniciais do desenvolvimento da criança (VYGOTSKY, 2008, p. 74, 78, 97).

#### 4.2.2.2 *O método experimental de Lev Vygotsky*

A ideia de construção de significados tem essências diferentes de acordo com o ponto de vista de quem as define. Para Vygotsky, essa significação era diretamente relacionada à interação social que, por sua vez, funcionava como veículo fundamental para transmissão do conhecimento social, histórico e cultural construído pelo indivíduo. Segundo o teórico, essa interação é decisiva e indispensável para o desenvolvimento cognitivo e linguístico da criança, e acontecia no meio social em que aquela está inserida e por meio dele. Desse modo, a interação social produz o intercâmbio de significados na construção do conhecimento do indivíduo.

O método de Vygotsky (2007) era considerado “Genético-experimental” e buscava um meio efetivo para estudar o curso do desenvolvimento de um processo oferecendo o máximo de oportunidades para que o sujeito participante se envolvesse nas mais variadas

atividades propostas de maneira interativa e motivada. O método consistia em basicamente três etapas:

Introduzir obstáculos ou dificuldades na tarefa a fim de quebrar os métodos rotineiros de solução de problemas. Por exemplo, no estudo da comunicação infantil e da função da fala egocêntrica, Vygotsky elaborou uma situação tal que requeria da criança um engajamento numa atividade cooperativa com outras crianças que não conseguiam compartilhar sua linguagem (estrangeiras ou surdas). Um outro método utilizado era o de fornecer caminhos alternativos para a solução do problema, incluindo vários tipos de materiais (auxiliares externos), que poderiam ser usados de maneiras diferentes para satisfazer às exigências do teste. Através da observação cuidadosa do uso que as crianças, em diferentes idades e sob diferentes condições de dificuldade, faziam dos auxiliares externos. Uma terceira técnica, utilizada era a de colocar a criança diante de uma tarefa que excedesse em muito os seus conhecimentos e capacidades, procurando, com isso, evidenciar o início rudimentar de novas habilidades (VYGOTSKY, 2007, p. 34).

Para o autor, o ponto de relevância de sua teoria era a forma que a criança organizava seu pensamento e sua linguagem para chegar à solução do problema que lhe era colocado, e não à solução propriamente dita. A trajetória que ela percorria, a maneira como ia vencendo cada etapa e construindo sentido para si, criando suas concepções a partir desse relacionamento, é que era o alvo de suas investigações.

O conjunto de procedimentos adotados pelo método forneciam dados críticos que serviam para avaliar como o desempenho da criança era atingido. Vygotsky dava ênfase ao processo, e essa perspectiva refletia a filosofia com a qual trabalhava, a materialista-histórico-dialética, com a abordagem sociointeracionista.

Para Vygotsky (2007), o desenvolvimento cognitivo humano somente pode ser alcançado por intermédio da interação social; é por meio da socialização vivenciada que o desenvolvimento dos processos mentais superiores acontece. No entanto, há a necessidade da mediação para que haja a conversão das relações sociais em funções psicológicas.

Mediação, por sua vez, é o processo de intervenção de um elemento intermediário numa relação social, que deixa de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento. Por exemplo, quando uma criança coloca o dedo em uma tomada e pega um choque, está estabelecida aí uma relação direta entre a tomada e a retirada da mão. Se, em outra ocasião, a criança, ao ver a tomada, examina-a, a relação estará mediada pela lembrança da experiência anterior. Entretanto, se noutra ocasião, a criança observar a tomada quando a mãe lhe disser que ela não pode colocar o dedo lá, que pagará choque, a relação estará mediada pela intervenção da mãe.

Vygotsky (2007) definiu dois tipos de elementos mediadores no processo de desenvolvimento cognitivo: os instrumentos e os signos. Ele associa o desenvolvimento da espécie humana a partir das relações de trabalho, da formação da sociedade, e da movimentação das relações sociais, entendendo que essas se dão por meio de disputas nas relações de poder social existentes.

Para Vygotsky, o desenvolvimento humano recebe interferência direta do meio, ou melhor, é o meio social a principal variável para o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. É por meio do trabalho que o homem transforma a natureza, ao mesmo tempo que se relaciona nesse processo, se transforma e se humaniza.

Nessa relação de trabalho o homem constrói sua história de vida, produzindo sua cultura, suas crenças e sua linguagem. Do mesmo modo, é pelo trabalho que se desenvolvem as relações sociais e a utilização de instrumentos para o alcance dos fins estabelecidos socialmente.

O instrumento é algo que pode ser usado entre o homem e o objeto de seu trabalho, possibilitando sua ação sobre a natureza. O instrumento é criado com uma finalidade específica, carregando consigo um sentido e uma função. Da mesma forma que Marx concebeu o instrumento mediatizando o trabalho do homem, Vygotsky concebeu os signos como “instrumentos psicológicos” orientados para o próprio sujeito, e mediatizadores de suas interações sociais e culturais (MOREIRA, 2018, p. 109).

#### *4.2.3 A teoria da aprendizagem significativa de David Paul Ausubel*

*Para alcançar a aprendizagem, deve-se ter um material adequado, as estruturas cognitivas do aluno e acima de tudo a motivação.*  
(David Ausubel)

David Paul Ausubel foi quem primeiro usou o termo aprendizagem significativa no estudo da compreensão do desenvolvimento humano. O teórico cognitivista estruturou vários conceitos utilizados em seu método de estudo que são particulares a ele, tais como: organizadores prévios, pseudo-organizadores prévios e subsunção.

Para Ausubel, a aprendizagem significativa é a organização e integração do material na estrutura cognitiva do aluno de forma lógica. Uma ampliação da estrutura cognitiva por meio da incorporação de novas ideias, ou seja, à proporção que acontece o processo de aprendizagem, a estrutura cognitiva vai se ampliando. Ele pensou na mente

como uma estrutura ordenada sistematicamente, que armazena os conteúdos aprendidos pelo aluno, como: termos, conceitos, ideias e proposições de forma hierarquizada e lógica.

Nesse tópico, trataremos da aprendizagem mecânica, da aprendizagem significativa, dos tipos de aprendizagem significativa e das formas de aprendizagem.

#### *4.2.3.1 A aprendizagem mecânica*

Moreira refere-se à concepção de Ausubel sobre aprendizagem mecânica definindo-a como aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagirem com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, sem ligarem-se a conceitos subsunçores específicos (MOREIRA, 2006). Seria o processo de repetição, de memorização, consideravelmente importante para o processo de desenvolvimento do pensamento cognitivo acontecendo quando não há nenhum conhecimento prévio na estrutura cognitiva.

Conforme Ausubel (1982), a aprendizagem pode ocorrer de tal maneira que novas informações sejam adquiridas por um aprendiz sem que nenhuma, ou poucas associações se estabeleçam com os conceitos relevantes existentes em sua estrutura cognitiva. Isso acontece quando somente a memorização de alguma informação é suficiente para suprir as necessidades do aluno. Como exemplo, temos a memorização de fórmulas, de símbolos, ou de pesos e massas atômicas dos elementos químicos.

A aprendizagem mecânica é o primeiro estágio para levar à aprendizagem significativa, pois dá suporte cognitivo ao aprendiz, quando esse não teve contato com nenhum conhecimento sobre o assunto tratado anteriormente. Os conceitos e proposições que chegam à estrutura cognitiva do aluno por meio do processo de aprendizagem mecânica vão ser as âncoras necessárias para as novas situações de aprendizagem que virão a seguir.

Na aprendizagem mecânica, por sua vez, cada unidade de conhecimento pode ser arbitrariamente armazenada na estrutura cognitiva, por não haver informações que possam ser relacionadas aos conceitos existentes. Para Novak (1981), a aprendizagem mecânica acontece quando não há nenhum esforço consciente de se relacionar novos conhecimentos com a estrutura de conceitos. Essa afirmação vem reforçar o pensamento de Ausubel sobre aprendizagem mecânica, sendo esta, apenas a primeira etapa do processo que levará à aprendizagem significativa.

#### 4.2.3.2 A aprendizagem significativa

Para Ausubel, a ideia central de sua teoria é a aprendizagem significativa. Sua perspectiva sobre o ponto mais relevante de suas contribuições acerca da aprendizagem é que:

A essência do processo de aprendizagem significativa é que ideias simbolicamente expressas sejam relacionadas, de maneira substantiva (não literal) e não arbitrária, ao que o aprendiz já sabe, ou seja, a algum aspecto de sua estrutura cognitiva especificamente relevante (isto é, um subsunçor) que pode ser, por exemplo, uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição, já significativos (AUSUBEL *et al.*, 1979, p. 41).

O autor compreende a aprendizagem como aquela que está armazenada e estruturada cognitivamente de maneira hierárquica, em que os conceitos (ideias) estão dispostos ordenadamente, seguindo uma lógica de representações das experiências sensoriais vividas pelo indivíduo. Moreira afirma que: “Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo organizado, formando uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados (e assimilados) a conceitos mais gerais, mais inclusivos” (MOREIRA, 2018, p. 161).

Para ele, o ponto principal, ou fator que exerce mais influência no processo de aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. O conhecimento pré-existente na mente do aluno vai então dar suporte ao conteúdo novo com o qual o aluno tiver contato. Ausubel constituiu vários conceitos usados por ele em sua teoria, um deles é o subsunçor, e, é ele que funciona como âncora (apoio) do novo conhecimento.

Para explicar a função do subsunçor, a palavra mais ideal é a de âncora, buscando-se realmente o sentido literal dela. De acordo com o dicionário Aurélio, Âncora é uma palavra da área da náutica que indica uma peça de ferro presa em uma corda ou corrente e que serve para imobilizar um objeto flutuante (FERREIRA, 2018).

Com origem no grego *ágkyra*, uma âncora costuma ser maciça e pesada, e com muita resistência, formada por uma argola e duas ou mais pontas para fixá-la em uma superfície firme possibilitando-a dar sustentação àquilo ao qual está presa. A âncora é ligada a um cabo e depois é atirada ao mar ou rio, servindo para manter firme a embarcação, para dar estabilidade, mantendo o barco posicionado em um determinado lugar, evitando que fique à deriva quando vai de encontro com o movimento das ondas.

No caso do processo de desenvolvimento cognitivo que se dá na aprendizagem segundo Ausubel, o subsunçor é o que conecta, firma e dá estabilidade lógica à nova ideia

que chega à estrutura mental do aluno. O subsunçor funciona como um elo, um lugar de ligação, um ponto de suporte com o novo conhecimento e, que, ao se ligar a ele, acaba sendo modificado com essa interação de maneira lógica também. Quando o subsunçor se liga ao novo material, ele se reordena de maneira significativa. Caso isso não aconteça, não há como se produzir a aprendizagem significativa.

Segundo o teórico, a aprendizagem significativa é essencial para o indivíduo, pois é por meio dela que ele vai conseguir estruturar o conhecimento de maneira a criar o sentido para sua vida. Dentro desse processo de ligação lógica entre subsunçor e novo conhecimento que acontece na aprendizagem significativa, o aprendiz é capaz de construir por si mesmo seus conceitos e formar suas ideias a respeito do conteúdo que está sendo tratado.

Diferente dela existe a aprendizagem mecânica, falada anteriormente, que não é seu oposto, mas outro tipo de aprendizagem. No caso da aprendizagem mecânica que acontece de maneira arbitrária, sem conexão com aquilo que já existe na mente do aluno, há uma memorização rápida sem a construção de significados, em que o aluno decora as informações, e logo depois acaba esquecendo. É como acontecia, por exemplo, com a alfabetização há algumas décadas. O professor ensinava ao aluno a junção de consoantes e vogais de maneira aleatória, não buscava os conhecimentos prévios dos alunos contextualizando-os em sala de aula. Por exemplo, com a letra b: ba, be, bi, bo e bu. Vejamos o que Moreira (2018) afirma sobre isso:

O conhecimento assim adquirido fica arbitrariamente distribuído na estrutura cognitiva, sem ligar-se a conceitos subsunçores específicos. A aprendizagem de pares de sílabas sem sentido é um exemplo típico de aprendizagem mecânica; porém, a simples memorização de fórmulas, leis e conceitos, em Física, pode também ser tomada como exemplo, embora se possa argumentar que algum tipo de associação ocorrerá nesse caso (MOREIRA, 2018, p. 162).

Atualmente, o professor busca ensinar a sílaba dentro da palavra, aproximando o aluno de objetos que já são conhecidos a ele, e dando lógica à aprendizagem. Como exemplo, ao utilizar a mesma consoante anterior, temos: bala, bela, bico, bola, bula.

Um ponto chave na teoria de Ausubel é que para haver a aprendizagem significativa é preciso que o aluno já conheça algo sobre o assunto. Esse conteúdo na mente do aluno será o elo proporcionando o suporte lógico necessário no processo de desenvolvimento esperado.

No caso em que o aluno não conheça nada ainda, a primeira aprendizagem será mecânica, sendo sequenciada pela aprendizagem mais significativa nas outras fases.

Moreira comenta sobre essa afirmação de Ausubel: “À proporção que o aluno vai adquirindo conhecimento a partir da aprendizagem mecânica, os subsunçores vão passando a ter mais significação para o aluno, e servindo de âncora para os próximos conteúdos novos que vão sendo adquiridos” (MOREIRA, 2006, p. 15).

Outro conceito peculiar às pesquisas de David Ausubel é o de organizadores prévios. O significado que ele pontua para esse termo é o de que são materiais introdutórios apresentados antes de iniciar o material de aprendizagem proposto. Ele define os organizadores prévios como estratégias instrucionais que preparam a mente do aluno para então terem contato com os conceitos ou assuntos que serão devidamente tratados em aula.

Por exemplo, na Química, um professor vai falar sobre o tema “mistura”, e pode começar a aula explicando como se faz um suco. Comparando a cozinha da casa do aluno com um laboratório, ele apresenta o copo como se fosse um béquer, a colher como se fosse um bastão de vidro, a água, o açúcar e a polpa de fruta como substâncias que irão se misturar. Nesse caso, o professor busca algo que o aluno conhece, que tem sentido para ele, e por meio desse subsunçor colocado, o professor cria a possibilidade de o novo conhecimento ser ancorado de maneira lógica na estrutura cognitiva do aluno.

Os organizadores prévios não são materiais simples ou superficiais, pelo contrário, são materiais que já possuem um nível de abstração elevado, com maior generalidade e, inclusividade do que algumas matérias com menos expressividade que são utilizados meramente para fazer a abertura da aula. Moreira (2018) assevera o seguinte sobre os organizadores prévios: “São materiais instrucionais que se destinam a facilitar a aprendizagem significativa de tópicos específicos, ou série de ideias estreitamente relacionados” (MOREIRA, 2018, p. 11). Para os tipos de materiais introdutórios que são utilizados ao se iniciar vários tópicos, Ausubel chama-os de pseudo-organizadores prévios.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, Ausubel define que há duas condições a serem atendidas, que são *sine qua non* ao processo. A primeira é que as ideias sejam relacionadas de maneira substantiva, lógica ao que o aprendiz já sabe, podendo ser uma imagem, um símbolo, um conceito ou uma proposição já estabelecida na mente do aluno de forma sedimentada. A esse tipo de material, Ausubel chama de potencialmente significativo (MOREIRA, 2006).

Entretanto, a segunda condição diz respeito ao material, que deve ser considerado potencialmente significativo. É preciso ser observada a natureza cognitiva do aprendiz e a natureza do material. Quanto à natureza cognitiva do aprendiz, nela deve haver os

subsunçores específicos com os quais o novo conhecimento deva se relacionar para conseguir se conectar e se modificar também. Já, quanto à natureza do material, deve ser logicamente significativa (MOREIRA, 2006).

A outra condição é que o aprendiz deve ter vontade de aprender. Caso não haja motivação para o processo de aprendizagem, ou seja, se o aprendiz não quiser se relacionar com o novo conhecimento, esse novo conhecimento pode até ser potencialmente significativo, contudo, não tem como acontecer a aprendizagem significativa. A falta de interesse do aluno cria uma barreira para que se estabeleça essa ligação, e ainda que aconteça, não há uma fixação lógica significativa na estrutura cognitiva do aprendiz a ponto de produzir a aprendizagem esperada (MOREIRA, 2006).

Para saber se a aprendizagem significativa foi alcançada devem-se observar quatro aspectos que o aprendiz precisa se apropriar: significados claros, precisos, diferenciados e transferíveis dos conteúdos trabalhados no processo de aprendizagem.

Ausubel classificou a aprendizagem de acordo com a forma pela qual é processada em: por descoberta e por recepção. Na primeira, o aluno descobre o conhecimento a ser incorporado em sua estrutura cognitiva, uma vez que busca esse conhecimento; e na segunda, o conhecimento é apresentado pronto, por exemplo, a partir de um livro, de uma aula, de um game, um vídeo ou um filme. O que não representa passividade por parte do aluno, mas há a agregação do conteúdo, mesmo ele recebendo pronto, ele interage e liga de forma significativa esse novo conceito a sua estrutura cognitiva de forma lógica.

Moreira trata dessa classificação: “Segundo Ausubel, na aprendizagem receptiva o que deve ser aprendido é apresentado ao aprendiz em sua forma final, enquanto na aprendizagem por descoberta, o conteúdo principal a ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz” (MOREIRA, 2018, p. 17).

Nas duas formas de aprendizagens colocadas por Ausubel, tanto por descoberta quanto por receptividade, o conhecimento que chega ao aluno deve conectar-se de maneira a estabelecer um relacionamento de interação lógica com os conhecimentos prévios (subsunçores) da estrutura cognitiva.

#### *4.2.3.3 Tipos de aprendizagem significativa*

Ausubel (1980) categoriza a aprendizagem significativa em três tipos, que são: representacional, de conceitos e proposicional. A aprendizagem significativa representacional é a mais simples, da qual as outras dependem. Acontece com a concessão

de significados a determinados símbolos, ou seja, a identificação de símbolos com seus referentes (objetos, eventos e conceitos). Os símbolos são aquilo que os referentes significam.

Por exemplo, a aprendizagem representacional da palavra “bola” ocorre, quando o som dessa palavra (que é potencialmente significativo, mas ainda não possui significado para a criança) passa a representar, ou torna-se equivalente, a uma determinada bola que a criança está percebendo naquele momento e, portanto, significa a mesma coisa que o objeto (bola), em si, significa para ela (MOREIRA, 2018, p. 206).

Para Ausubel (2006), não é meramente uma relação, mas uma relação significativamente lógica, substancialmente essencial, que de forma interativa a criança faz, por exemplo, da palavra bola (significado do objeto circular) com a imagem visual da bola (conteúdo cognitivo). A criança depois de passar por essa etapa de aprendizagem, em que o adulto ajuda a estabelecer essa relação, vai ser capaz de associar o som da palavra com o objeto quando for falado novamente sobre isso. Não é uma relação simplesmente arbitrária, ou aleatória, é evidentemente lógica.

A aprendizagem de conceitos é, também, uma aprendizagem representacional porque conceitos são representados por objetos, eventos, situações, propriedades, símbolos, contudo, são genéricos ou categóricos por estarem representando abstrações dos atributos criteriais dos referentes. Segundo Moreira (2018), Ausubel distingue dois processos para a aquisição de conceitos, o primeiro deles é formação de conceitos. Nesse processo, o conceito se constrói por experiência. No caso do exemplo já usado com a bola, a criança estabelece o contato com a bola e a interação com as pessoas, alcançando a aprendizagem. Mesmo não tendo a linguagem, o contato possibilitará a aprendizagem representacional formando o conceito do objeto.

O outro processo se dá por assimilação de conceitos, em que o conceito é formado a partir da ampliação do vocabulário, os atributos, as qualidades dos conceitos são utilizadas para produzir definições. O aprendiz pode distinguir os tamanhos, as cores e as formas e, assim, chegar às suas conclusões, afirmando que determinada bola é usada no futebol, com cores pretas e brancas, com pentágonos pretos e hexágonos brancos, outra no voleibol e assim sucessivamente. O aprendiz vai assimilando o conhecimento e integrando à sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem proposicional (MOREIRA, 2006) é aquela que se dá pela apreensão de ideias em forma de proposição. As palavras combinadas em uma sentença constituindo uma proposição representam conceitos. É a combinação e relação de várias

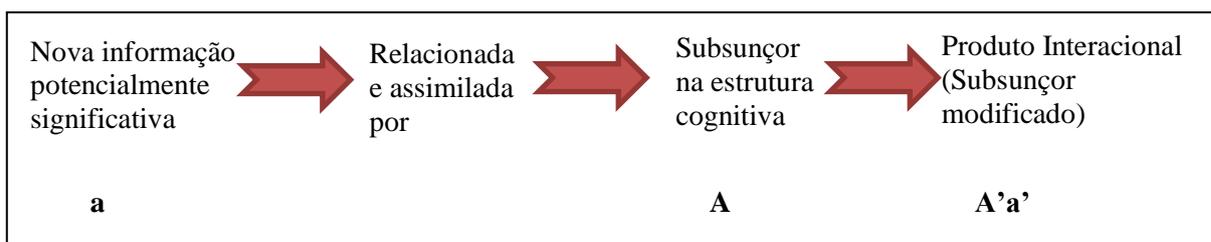
palavras, de forma a produzir uma nova proposição. Essa proposição promove a união dos significados conotativo e denotativo; conotativo, a ideia de sentido figurado e o denotativo, de sentido real. Por exemplo, “a bola azul é bonita”. “Bonita” é o sentido conotativo, figurado; e “azul” o sentido denotativo, real.

David Ausubel traz também um princípio importante, o “Princípio da Assimilação” ou “Teoria da Assimilação”. Assimilação para o teórico é um processo que ocorre quando um conceito ou proposição “a” potencialmente significativo é assimilado sobre uma ideia ou conceito mais inclusivo que já existe na estrutura cognitiva, no caso, o conceito “A” (representação de acordo com a figura 2), gerando um produto interacional “A’a” chamado de complexo ideacional (subsunçor modificado).

Portanto, o verdadeiro produto do processo interacional que caracteriza a aprendizagem significativa não é apenas o novo significado de ‘a’, mas inclui também a modificação de ideia-âncora, sendo, consequentemente, o significado composto de A’a’ (MOREIRA, 2006, p. 29).

Assim, o resultado da interação entre o novo material a ser aprendido e a estrutura cognitiva é uma assimilação dos antigos e novos significados que contribui para a diferenciação dessa estrutura (MOREIRA, 2006), como se verifica a seguir.

**Figura 2** - Esquema de representação do princípio de assimilação.



Fonte: MOREIRA, 2006, p. 29.

Logo após a aprendizagem significativa em que o resultado é um produto interacional tipo: **A’a’**, começa um segundo estágio da assimilação chamado de assimilação obliteradora. Obliterar significa desaparecer pouco a pouco. Ou seja, as novas informações tornam-se espontâneas e progressivamente menos dissociáveis de seus subsunçores até que não sejam mais reproduzíveis como entidades individuais.

#### 4.2.4 A pedagogia libertadora de Paulo Freire

*Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades de sua própria produção ou a sua construção.*

(Paulo Freire)

Pelas características de seu método assim como a partir da qualidade de suas propostas de prática pedagógica, Paulo Freire surgiu como o personagem mais conhecido no processo de desenvolvimento da educação de adultos analfabetos nas tensões políticas e ideológicas que agitaram nossa história nos anos de 1960 a 1964.

O “método Paulo Freire”, como passou a ser conhecida sua forma de trabalho com a alfabetização de adultos, ia além de uma proposta de alfabetização em ler a palavra escrita, era uma proposta de ler a sua própria palavra; uma palavra que vinha do conhecimento de si mesmo, de se entender e buscar respostas e melhoria para a vida; uma palavra de construção de perspectivas, de olhar o mundo sob sua visão. Envolve os alunos numa visão de mundo atuante e politizada; desenvolvendo seu senso crítico por meio do diálogo e de um modo de pensar e ver a vida acima das diferenças e dicotomias determinadas pelas classes dominantes.

Nesse tópico, discorreremos sobre a forma de pensar a educação e o método Paulo Freire.

#### *4.2.4.1 A educação segundo Paulo Freire*

A perspectiva da pedagogia freireana é a da proposta pedagógica progressista, que foi construída em oposição à pedagogia liberal, tendo como sua máxima os interesses da maioria da população a partir de uma análise crítica da sociedade neoliberal. A pedagogia progressista não vê a educação como neutra, pelo contrário, a educação é ideológica, para os progressistas a educação é uma forma de mudar o mundo.

O sistema educacional é fruto histórico de uma política de desigualdades sociais que levam para as escolas suas diferenças, e, às vezes, tem nesses espaços apenas a maximização dessas diferenças. A única maneira de reverter essa situação de desconformidade é por meio da busca da formação de pessoas livres de um contexto de dominação à serviço do capital neoliberal posto.

As práticas pedagógicas progressistas estão divididas em três grupos: pedagogia libertadora, pedagogia libertária e pedagogia crítica-social dos conteúdos. As práticas apontadas pelo modelo educacional de Paulo Freire estão relacionadas à pedagogia libertadora, na medida em que questionam a realidade das relações do homem com a natureza e com os outros homens, visando sua transformação para a emancipação social.

A forma de trabalho de Paulo Freire trouxe uma perspectiva diferenciada para a educação, principalmente na época em que viveu. A pedagogia Freireana por buscar a formação de um cidadão político, reflexivo e crítico, trouxe inquietações para o governo da época. Freire usou várias terminologias para a pedagogia, uma delas foi “Pedagogia do Oprimido” com a qual consolidou uma concepção política para o ato de educar, em que um dos princípios dessa pedagogia foi a valorização do cotidiano do aluno e a construção de uma prática pedagógica voltada para uma visão crítica de mundo na busca por uma intervenção favorável a classe popular.

A pedagogia do oprimido tem como proposta uma leitura de mundo. A alfabetização para Paulo Freire era não somente ler a palavra escrita, mas ler a palavra como expressão de sua cultura, como forma de libertação e conquista de espaço social. A ideia de Freire era que o aluno se percebesse como sujeito histórico do mundo, e buscasse seu lugar social de direito, para que não fosse subjugado ou colocado à margem da sociedade como acontecia com a classe proletariada. Essa compreensão de mundo viria pela relação dialógica, base de uma educação como prática da liberdade.

A perspectiva de Paulo Freire é marxista, tinha a visão de uma sociedade desigual, dicotomizada e representada pelo opressor e pelo oprimido, em que os dois estabelecem uma relação de disputa de poder. Nesse sentido, o oprimido serve ao opressor sem opção de escolha, mas por determinação e imposição do lado mais forte.

O opressor é visto por Paulo Freire como um indivíduo desumanizado que se impõe ao oprimido pelas regras estabelecidas na busca pela manutenção de seus interesses e de poder. Ele identifica o opressor como o ser mais bem posicionado na sociedade. O oprimido é aquele que deve buscar a mudança desconstituindo essa situação de desumanização em uma nova condição de humanização, à proporção em que ele mesmo se constrói como ser histórico que descobre e aprende a ser.

O oprimido não deve ser o opressor do opressor, mas o restaurador das relações humanizadas. Não se trata de apenas vencer um grupo social estabelecido e se colocar acima dele, mas desconstituir a ideia de subjugação do opressor, e da ideia de alienação do oprimido, construindo uma relação de liberdade desse oprimido. Paulo Freire pensa a educação como a política da mudança, em que o oprimido desvela o mundo opressor, e no processo de desalienação humaniza o mundo.

O processo de libertação não se trata de mero ativismo, de um mero movimento social de oposição ao que está posto, mas traz uma proposta de mudança para a igualdade; acontece a partir da reflexão para a transformação. A liberdade começa a partir do

conhecimento, e do conhecimento de si mesmo, de si no mundo e do mundo como um todo, e das relações que existem no mundo.

Para Freire, as relações de conhecimento são estabelecidas a partir da relação que o próprio indivíduo tem com o mundo e com ele mesmo:

[...] processo que envolvia uma compreensão crítica do ato de ler, que não se esgota na decodificação pura da palavra escrita ou da linguagem escrita, mas que se antecipa e se alonga na inteligência do mundo. A leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa prescindir da continuidade da leitura daquele. Linguagem e realidade se prendem dinamicamente. A compreensão do texto a ser alcançada por sua leitura crítica implica a percepção das relações entre o texto e o contexto (FREIRE, 1989, p. 9).

Outra concepção trazida por Freire (1988) é a da educação bancária, do conhecimento transferido e imposto. O opressor impõe-se sobre o oprimido buscando satisfazer seus interesses e fins econômicos, o opressor manipula o oprimido e essa imposição vem por meio da sua cultura, de sua informação.

Aquela cultura gerada nas classes mais ricas, de elite, que se impõe como uma verdade absoluta em que o oprimido não consegue contestar. Ele simplesmente tem que aceitar o que foi imposto como a cultura verdadeira, a cultura correta, a cultura que tem valor social. Na escola, o que acontece é a reprodução dessa cultura dominante para o aluno, transferindo conhecimento, conteúdos de maneira imposta, sem contestação, ou mesmo, sem nenhum espaço para a manifestação de outras culturas.

O conhecimento é transferido para que o *status quo* social seja mantido sem perturbação da ordem vigente, sem contestação, aceitando o processo de dominação estabelecido, e que dá sustentação ao neoliberalismo determinado. A história brasileira tem sido construída dessa forma, para que o aluno, ao se formar, se torne um cidadão que compõe uma massa de manobra. Essa educação é transferida sem questionamento, sem contestação, como se não houvesse uma alternativa de relacionamento e de convívio cultural.

O educador, nesse espaço de dominação, é aquele intocável, dono da verdade, aquele que não pode ser inquirido sobre essas questões, e o ambiente escolar é o constituído por um espaço sem diálogo, sem democracia, em que o aluno é apenas um mero expectador, que recebe tudo sem questionar ou mesmo tem a oportunidade de participar de alguma construção. Para Freire, a educação bancária é:

Aquela que anula o poder criador dos educandos ou o minimiza, estimulando sua ingenuidade e não sua criticidade, satisfazendo os interesses dos opressores. É aquela da qual se servem os opressores para, dentro de uma falsa generosidade,

“assistindo” os oprimidos, mantê-los na situação que os oprime (FREIRE, 1988, p. 60).

A educação bancária é um instrumento de opressão, conseqüentemente a escola tende a ser uma instituição opressora, que trabalha um reprodutivismo ideológico alienante, desumano e cruel. O que Paulo Freire traz como proposta é extinguir esse reprodutivismo, que limita o aluno como ser humano, o desumanizando, tolhendo seus pensamentos, suas opiniões, seus conceitos e construções próprias, que mantêm as desigualdades sociais e perpetua esse movimento antagônico de tensões e marginalização dominante.

Essa concepção muito bem combatida por Freire coloca o professor como aquele que educa sozinho, que pensa em todo o processo, como doador do saber. O professor não é aquele que faz depósitos na mente do aluno, ou mesmo transfere ideias e conceitos prontos; pelo contrário, ele é o que cria possibilidades de que o aluno possa descobrir o conhecimento, construí-lo e transformá-lo. Aquele que conduz o aluno a olhar o mundo com seu próprio olhar, e escrevê-lo sob sua ótica, formando seus conceitos a partir de uma visão crítica da realidade.

#### *4.2.4.2 O método Paulo Freire*

Paulo Freire começa com a realidade do aluno a partir de uma proposta problematizadora de seu contexto social. A partir de temas geradores do cotidiano diário do aluno, começa o diálogo; seu ponto de largada é aquilo que o aluno conhece e que está totalmente familiarizado. O centro da perspectiva freireana é despertar no aluno uma relação com a experiência de vida dele e seu contexto social, tendo em vista a ação coletiva para a busca de um comportamento crítico diante das diferenças socioeconômicas e culturais em que está inserido.

Toda ação educacional de Paulo Freire está voltada para as classes sociais populares. Havia um olhar cuidadoso desse educador para os analfabetos e uma preocupação com a condição social de inferioridade que cada um se encontrava. Não era somente a educação que poderia mudar o mundo; para ele, a educação verdadeira conscientiza as contradições do mundo humano que impedem o homem a ir adiante. Dessa forma, a educação poderia mudar não somente a condição individual do aluno por meio dessa conscientização como ser humano, mas toda uma situação social de marginalização,

desigualdade e desumanidade que aplacava a todos com os quais trabalhava, ou seja, a classe oprimida trabalhadora.

O educador se aproximava com aquilo que o aluno dominava que mais tinha intimidade. Paulo Freire buscava como ferramentas de trabalho para começar a aula, a riqueza do vocabulário que já fazia parte do conhecimento do aluno. Ele dava voz ao aluno, oportunizando-o a construir suas percepções e ideias, e a partir de um diálogo simples, com uma linguagem informal, alcançava os que verdadeiramente precisavam de mudança.

Na perspectiva de Freire, por meio do diálogo acontece a superação dessa concepção bancária de educação que impede o movimento do diálogo crítico como possibilidade de busca de respostas, de crescimento, de desenvolvimento cultural e social. A proposta de Freire mudava o sentido da relação entre professor e aluno, de uma relação vertical de autoridade por parte do professor, para uma relação horizontal mais aberta à construção de saber entre professor e aluno.

O diálogo e a relação horizontal estabelecidas pelo educador e pelo educando permitem a busca pelo tema gerador que possibilita a desconstrução dos conceitos transmitidos pela sociedade opressora e a construção dialogada pelo professor e os alunos a partir do ponto de vista dos próprios alunos. Os questionamentos, as dúvidas, as desconfianças rompem com o conceito da elite manipuladora, construindo uma realidade diferente, gerando os conceitos a partir da construção crítica e problematizadora coletiva entre o professor e os educandos.

Freire explica que a comunicação nasce a partir da afetividade e do amor:

É uma relação horizontal de A com B. Nasce de uma matriz crítica e gera criticidade. Nutre-se do amor, da humildade, da esperança, da fé, da confiança. Por isso, só o diálogo comunica. E quando os dois polos do diálogo se ligam assim, com amor, com esperança, com fé um no outro, se fazem críticos na busca de algo. Instala-se, então, uma relação de simpatia entre ambos. Só aí há comunicação (FREIRE, 1983, p. 107).

A proposta de trabalho de Paulo Freire é que o educador e o educando busquem o conteúdo a ser desenvolvido. Essa busca inicia o movimento de diálogo na educação para a prática da liberdade, trazendo para a sala de aula um ambiente de verdadeira democracia e liberdade.

Segundo Freire, é o momento em que acontece a investigação do universo temático dos alunos, ou o conjunto de temas geradores (FREIRE, 1988). O diálogo traz a conscientização da realidade vivenciada e, a partir da reflexão sobre essa realidade, surge o

tema gerador. As palavras geradoras da problematização dão suporte a essa reflexão estabelecida. Vejamos:

A investigação de temas geradores implica a busca de palavras geradoras, uma pesquisa inicial do universo vocabular do educando: palavras típicas do povo, vocábulos mais carregados de certa emoção, ligados à experiência existencial dos educandos, da qual a experiência profissional faz parte (FREIRE, 2007, p. 73).

As palavras e os temas geradores constituem o núcleo do método de alfabetização freireana, no qual é possível se distinguir três etapas: investigação, que seria o levantamento de palavras e temas geradores; a tematização, etapa da descoberta de novos geradores relacionados com os iniciais; elaboração de fichas para a decomposição das famílias fonéticas e problematização, fase da conscientização como objetivo final do método; saber ler e escrever torna-se instrumento de luta, atividade social e política (GADOTTI, 2001).

Com os principais pontos e ideias dos teóricos vistos até agora, conseguimos inferir que o professor, ao observar o processo de aprendizagem, deve ser o mediador nesse processo em que a interação social é imprescindível. Os conteúdos têm seu nível de abstração e devem ser abordados adequadamente, além disso, mais importante do que eles é a sua significação para o aluno; o conhecimento prévio é o ponto de partida; as situações de aprendizagem devem fazer sentido para o aluno e os significados devem ser construídos criticamente. Todos esses pontos são encontrados nas concepções de Jean Piaget, Lev Vygotsky, David Ausubel e Paulo Freire, vistas anteriormente.

Com isso, a Sequência de Ensino Investigativa possibilita o processo de desenvolvimento cognitivo, acompanhando e monitorando a construção da aprendizagem que vai sendo constituída, estabelecendo relações entre a afetividade e a aprendizagem; a linguagem e o uso de instrumentos na organização do pensamento Químico; a importância do uso da problematização em sala de aula; as relações entre significado e sentido, e as relações entre senso comum e conhecimento científico Químico, como também as interações dos alunos com o professor e com os demais colegas.

## 5 A TESSITURA DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

*O ensino-aprendizagem de Ciências deve nortear-se pela capacidade de instrumentar o aluno para melhor compreender a realidade onde se insere, possibilitando-lhe uma atuação consciente sobre ela.*

(Demétrio Delizoicov)

Nesta seção, apresentamos a Sequência de Ensino Investigativa para aprendizagem significativa na área de Química: uma contextualização com alimentos com sua estrutura de desenvolvimento e duas matrizes que elaboramos como instrumentos de auxílio no trabalho do professor.

A Sequência de Ensino Investigativa possibilita o professor desenvolver o ensino de Química de forma a torná-lo consistente e lógico, voltado para a investigação científica e favorável à construção de um comportamento reflexivo e crítico, sensível à resolução de questões do cotidiano, de forma contextualizada, integrado às principais mudanças e transformações que ocorrem no mundo.

A Sequência apresentada neste estudo tem como tema: “A Química do café e do Pão: vamos tomar um café com pão quentinho?”. A proposta é possibilitar um clima agradável e acolhedor de construção de conhecimentos, no qual todos os alunos se sintam motivados a participar. Depois, na finalização das oficinas, acontece um lanche coletivo com todos, saboreando um dos alimentos mais comuns e gostosos que temos no cardápio das comidas brasileiras.

As inquietações que surgem nos momentos de reflexão sobre a prática e na prática docente diária motivaram a busca por uma estrutura de atividade que pudesse contemplar o maior número de elementos que influenciam no desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem de Química.

Buscamos estruturar uma Sequência de Ensino Investigativa que conseguisse alcançar o desenvolvimento do ensino da Química por investigação e que pudesse alcançar os três níveis de conhecimento da Química: o fenomenológico, o teórico e o representacional. Quanto às concepções de aprendizagem, que fossem referenciadas em teóricos que pudessem trazer luz à compreensão de variáveis importantes de uma complementação epistemológica para alcançar a dimensão complexa do ato de ensinar.

Os autores tomados como fundamentos foram quatro teóricos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem, a saber: Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire. A ideia era possibilitar uma aprendizagem efetiva assim como está proposto na

Base Nacional Curricular Comum - BNCC, na perspectiva que essa aprendizagem alcance a dimensão do significativo, sociointeracionista e problematizador. Assim, pensar uma aprendizagem que desenvolva competências na área de Química e que trabalhe o conhecimento científico para torná-lo usual na vida do aluno.

### **5.1 Caracterização do Produto**

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) foi pensada a partir de reflexões, observações e pesquisas sobre o processo de ensino-aprendizagem e os fatores que intervêm no seu andamento, a fim de que possa ser desenvolvido trazendo sentido para a formação cidadã do aluno e construindo uma visão de mundo no qual ele se sinta peça fundamental e transformadora.

As atividades foram organizadas em seis oficinas e pensadas dentro do contexto de vida do aluno que contemplassem uma abordagem investigativa de ensino da Química. O tema de abordagem escolhido foi sobre alimentos devido ao poder de inclusão que esse tema possui. Optou-se por trabalhar com a preparação do café e a produção do pão, abordando os conceitos e fenômenos químicos envolvidos.

Os tópicos contendo os conteúdos, abordados na forma de roteiro para as oficinas que trabalharam com o tema café são: a química do café, misturas, processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação; construção de sistema de destilação; a política dos 3R's, reutilização de materiais, consumo consciente, tempo de decomposição de materiais e formas alternativas de produção de material para uso no ensino de Química.

Nas oficinas que envolvem a produção do pão caseiro: efeitos do glúten na saúde, fórmula molecular e estrutural do glúten, cadeias carbônicas, transformações químicas, conceito de fermentação, processo aeróbico e anaeróbico, fermentação láctica, aspectos históricos e culturais da produção de pão e conceitos de ácido e base.

Transformar o cotidiano em objeto de investigação é a maneira mais prática de ensinar. O aluno deve compreender que há uma cultura capaz de explicar o mundo utilizando-se, por exemplo, de uma linguagem diferente da usada em seu dia a dia, e é justamente essa cultura que ele terá contato na escola.

Outro aspecto considerado foi a utilização de experimentos. Uma SEI é entendida como uma sequência de aulas abrangendo um tópico do conteúdo escolar em que algumas atividades-chave devem estar presentes. O problema, que inicia a

sequência, é uma das atividades consideradas chave. O objetivo é fazer com que o aluno comece a pensar sobre o tópico do conteúdo desejado e levá-lo a refletir no fenômeno científico em questão.

Das seis oficinas que compõem a sequência, três são com o tema “Preparação de café” e as outras três são com o tema “Produção de pão” (Quadros 1 e 2, a seguir).

**Quadro 1** - Estrutura da Sequência de Ensino Investigativa com o tema café.

OFICINAS	TEMA GERAL	TEMA DA OFICINA	CONTEÚDOS
1	Café é sempre uma boa ideia	A Química do café	Aspectos históricos, econômicos e científicos; A química do café: cafeína e conteúdo nutricional; Consumo do café como bebida e os efeitos à saúde, uso da borra do café; introdução a misturas e processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação.
2		Construindo um sistema de destilação	Construção de um sistema de destilação; Processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação; A política dos 3R's, reutilização de materiais, consumo consciente, tempo de decomposição de materiais, formas alternativas de produção de material para uso no ensino de Química, preservação ambiental.
3		Misturas e separação de misturas	Fenômenos físicos e químicos; Influência da temperatura na reação, precipitado; Misturas e processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação.

Fonte: Da autora, 2021.

**Quadro 2** - Estrutura da Sequência de Ensino Investigativa com o tema pão.

OFICINAS	TEMA GERAL	TEMA DA OFICINA	OBJETIVO
4	O pão nosso de cada dia	A Química do pão	Aspectos históricos e culturais da produção do pão; Efeitos do glúten na saúde, fórmula molecular e estrutural do glúten e sua forma de preparo, transformações químicas (fermentação) e introdução aos conceitos de ácido e base.
5		Variáveis que interferem nas Transformações Químicas no preparo do pão	Transformações químicas, ácidos, bases, a influência da temperatura e o efeito da concentração na velocidade das reações, e massa específica.
6		Colocando a mão na massa	Transformações químicas, conceito de fermentação, processo aeróbico e anaeróbico, fermentação láctica; Ácidos e Bases.

Fonte: Da autora, 2021.

A SEI pode ser trabalhada de maneira híbrida, as oficinas n.º 01 e 04 de forma remota e as outras quatro de modo presencial. A seguir, apresentamos parte das sequências constantes no Produto “A química do café e do pão: vamos tomar um café com pão quentinho?” que consiste em uma outra publicação.

### **SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “CAFÉ É SEMPRE UMA BOA IDEIA”**

Esta SEI é composta por três aulas que estão organizadas nas oficinas n.º 01, 02 e 03 relacionadas a seguir. Para cada conteúdo trabalhado nas oficinas, foram organizados o objetivo geral da aprendizagem e os objetivos específicos da aprendizagem: conceituais, procedimentais e atitudinais (produto educacional).

#### **Oficina de ensino n.º 01: “A Química do café”**

Esta oficina tem como objetivo introduzir o tema “Café” de forma mais abrangente. Para isso, o professor entrega para cada aluno o texto “A lenda do café”, com duas perguntas (ANEXO I). Nesse primeiro passo, os alunos podem registrar seus conhecimentos preexistentes sobre a problematização inicial respondendo ao questionário.

O objetivo dessa dinâmica de leitura é funcionar como um quebra-gelo, criando um ambiente para o começo de outros questionamentos que possibilitarão a construção dos conceitos químicos durante a oficina, despertando a curiosidade dos alunos sobre o tema.

Quando for iniciada a discussão sobre as perguntas anteriores, outras podem surgir, tais como: Você já preparou café? Pode descrever como se faz? Por que a água tem que estar quente para o preparo? Se fosse feito com água natural, teria o mesmo efeito? Tem gente que gosta de café gelado, será que é possível preparar um café com água gelada? O que acontece no nosso organismo se bebermos muito café? Qual a composição química do café?

O professor recebe o questionário devidamente respondido e faz uma explanação sobre o tema com uma apresentação de slides, problematizando o assunto de forma dialogada com todos os alunos.

São apresentados conceitos que buscam responder a problematização inicial por meio de uma troca de ideias. Também são apresentados conceitos mais aprofundados das características químicas da cafeína, mistura, separação de misturas e elementos químicos que se encontram na composição química do café (Tabela periódica).

Ao final desta oficina, o professor deve dividir a turma em equipes e orientar que escolham um líder. Deve ser passada a lista de material reutilizado que será necessário para a próxima oficina e informado que tragam esse material higienizado para a confecção de um sistema de destilação artesanal.

### **Oficina de ensino n.º 02: “Construindo um sistema de destilação”**

O professor começa com uma pergunta como quebra-gelo: “Você já parou para imaginar tudo o que está envolvido na preparação de um simples café?” Após um diálogo interativo sobre o conhecimento prévio dos alunos e a troca de saberes de cada um, o grupo segue para a produção do sistema de destilação.

Nesta oficina, as equipes devem se organizar para a produção do aparato de destilação de forma que todos participem do processo.

Depois de preparado o sistema de destilação que será utilizado na próxima oficina (n.º 03), o professor organiza um diálogo sobre os temas indicados para pesquisa na aula anterior. A discussão deve envolver cada participante de forma a possibilitar o compartilhamento do que foi pesquisado, e de tudo que foi compreendido até aquele momento. Nessa etapa, o diálogo também é contextualizado com problemas e situações que provoquem a reflexão sobre o que se pretende que os alunos construam de conhecimento acerca do assunto tratado.

### **Oficina de ensino n.º 03: “Misturas e Separação de misturas”**

Apresenta-se a seguinte situação-problema para o levantamento das concepções prévias: Pedro quer um café, então, colocou água em uma panela e a pôs sobre o fogão para esquentar. Assim que a água começou a ferver, colocou o pó de café e, em seguida, despejou o café no coador. Quais os fenômenos (processos) físicos e químicos você consegue identificar no procedimento descrito?

Após esse momento de diálogo, partimos para o experimento de preparo de um “cafezinho” e, em seguida a destilação de uma parte da solução que foi preparada.

Nessa etapa, o professor inicia uma discussão sobre a mistura produzida, pode ser falado sobre a influência da temperatura no resultado.

Com a continuação da oficina, após algum tempo de repouso, a parte do sólido (café em pó), insolúvel na água, se deposita no fundo do recipiente, o que evidencia o primeiro processo de separação (decantação ou sedimentação).

Em seguida, a mistura passa por um processo de filtração simples (outro processo de separação), a partir do qual é recolhida a solução de café (água + componentes solúveis do café em pó).

Na sequência, uma parte da solução é submetida a outro tipo de separação de misturas simples. Nessa etapa, a parte sólida solúvel do café fica retida no “balão de destilação” (lâmpada) e a água evaporada é condensada em uma mangueira de borracha (utilizada como condensador) e recuperada em um bécker.

Em outro experimento, uma parte da solução de café também é aquecida em uma colher para a observação e discussão do processo de ebulição. O professor traz novamente para o diálogo os métodos de separação de misturas que estão sendo trabalhados na oficina, que são: decantação, filtração, ebulição e destilação. Nessa etapa, os alunos levantam hipóteses na busca pela descrição e explicação do fenômeno e sistematizam os argumentos científicos comprovados experimentalmente, evidenciando o processo de construção da linguagem científica.

A oficina consegue abordar as dimensões: representativa, teórica e fenomenológica dos conteúdos químicos tratados, possibilitando ao aluno uma reelaboração de sua visão de mundo, constituindo-se como sujeito ativo e produtor de conhecimentos e sentidos. Um sujeito que desenvolve sua própria forma de ver, conceber e falar sobre o mundo e os fenômenos nele envolvidos.

O Quadro 3 contém as etapas de ações investigativas que devem acontecer em todo o período da aula experimental. Essas etapas vão acontecendo gradualmente à proporção que os alunos vão avançando na construção dos conhecimentos propostos como alvos. Contudo, esse caminho não é linear, podendo acontecer o movimento de retorno à etapa anterior todas as vezes que surgirem novas hipóteses, novas dúvidas ou mesmo para a correção de erros conceituais.

Outro Quadro faz parte desta Sequência de Ensino Investigativa, o Quadro 04, que traz uma matriz como instrumento de avaliação das competências desenvolvidas em cada etapa do processo de ensino-aprendizagem. Nesse Quadro, o professor pode registrar o desenvolvimento de cada competência à proporção que isso vai acontecendo;

e, o aluno também tem condições de visualizar as competências que podem ser desenvolvidas em cada etapa e perceber sua evolução no processo.

A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 3. Esse relatório apresenta o registro de tudo o que foi observado, todas as hipóteses levantadas, e as que foram confirmadas cientificamente seguem com a argumentação lógica e devidamente justificada.

Para fechamento dessa etapa da oficina, todos saboreiam o café preparado e compartilham suas experiências sobre o momento vivenciado e a aprendizagem construída até aquele momento.

### **SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “O PÃO NOSSO DE CADA DIA”**

A parte da sequência de ensino investigativa que tratará dos conteúdos químicos por meio do tema “Preparo de pão” é composta por três aulas que estão organizadas nas oficinas n.º 04, n.º 05 e n.º 06 relacionadas a seguir.

#### **Oficina de ensino n.º 04: A Química do pão**

Esta oficina tem como objetivo introduzir o tema “pão” de forma mais abrangente, abordando conceitos como efeitos do glúten na saúde, fórmula molecular e estrutural do glúten e sua forma de preparo, falando da fermentação e introduzindo conceitos de ácido e base.

Nesse primeiro passo, é realizada a leitura do poema: “Pão para toda obra”. Em seguida, os alunos podem registrar seus conhecimentos preexistentes sobre a problematização inicial respondendo ao questionário. O objetivo dessa dinâmica de leitura é funcionar como um quebra-gelo, criando um ambiente para o começo de outros questionamentos que possibilitarão a construção dos conceitos químicos durante a oficina, despertando a curiosidade dos alunos sobre o tema.

Quando for iniciada a discussão sobre as perguntas anteriores, outras podem surgir tais como: Você já preparou pão caseiro? Pode descrever como se faz? Por que se deve esperar um tempo até o pão ir para o forno? Se colocássemos o pão logo depois do amassamento no forno, o que acha que aconteceria? Qual a composição química da farinha de trigo?

O professor recebe o questionário devidamente respondido e faz uma explanação sobre o tema com uma apresentação de slides, problematizando os assuntos de forma dialogada com todos os alunos.

São apresentados imagens e conceitos que buscam responder a problematização a partir de uma troca de ideias. Também são apresentados conceitos mais aprofundados das características químicas do Glúten, fermentação (transformação química), introdução aos conceitos de ácidos e bases.

Ao final desta oficina, o professor deve dividir a turma em equipes e orientar que escolham um líder. O professor deve solicitar que os alunos pesquisem sobre Glúten, fermentação, ácidos e bases para que se enriqueça a discussão que será estabelecida sobre esses assuntos nas outras oficinas.

### **Oficina de ensino n.º 05: Variáveis que interferem nas Transformações Químicas no preparo do pão**

Essa oficina é constituída por três experiências investigativas. A primeira busca avaliar o efeito da temperatura no processo fermentativo, empregando temperaturas 12° C e 33° C, buscando simular o tempo de inverno e de verão. A segunda experiência envolve o efeito da quantidade de nutrientes e de catalisador. E, a terceira experiência, a determinação da massa específica do pão produzido.

#### **Experiência A: Efeito da temperatura na velocidade de reação**

Para manter a concentração constante, o líquido deve preencher 2/3 do volume da garrafa, seguido de homogeneização do meio. Teste duas temperaturas reacionais: 12° C e 33° C; com acréscimo de água fria e água quente, respectivamente. Como resultado, os alunos perceberão que o aumento da temperatura diminui o tempo de enchimento do balão, isto é, implica no aumento da taxa de velocidade de reação.

Após a experiência, o professor fará a seguinte problematização: o que seria esperado no caso do fenômeno de crescimento do pão com aumento da temperatura? Explicação: Os microrganismos morrem ou ficam inativos quando há uma diminuição drástica da temperatura ou aumento elevado da temperatura, pois há uma faixa ideal de temperatura para as leveduras fermentarem. Se morrem, não acontece a fermentação.

Dentro da faixa ideal, quanto maior for a temperatura, maior será a velocidade de reação.

### **Experiência B: Efeito da concentração na velocidade de reação**

Para compreender o efeito da concentração de açúcar e de catalisador sobre a velocidade de reação, separa-se cinco garrafas PET de 600 mL. As três primeiras devem conter três colheres de chá de fermento biológico, a quarta garrafa deve conter seis colheres de fermento e a quinta garrafa, nove colheres de fermento biológico.

Na primeira garrafa, adiciona-se meia colher de chá de açúcar; na segunda – uma colher de chá de açúcar; na terceira – duas colheres de chá de açúcar; na quarta – uma colher de chá de açúcar e, finalmente, na quinta – uma colher de chá de açúcar.

Em todas as garrafas são acrescentadas água morna ( $T = 33^{\circ}\text{C}$ ) até preencher  $2/3$  do volume da garrafa, seguida de homogeneização do meio. Então, é acoplado um balão de festa na boca de cada garrafa, quando se inicia o monitoramento do tempo necessário para encher o balão até um volume padronizado.

O estudo da influência da concentração inicial de açúcar (substrato) é realizado nas garrafas 1, 2 e 3. O aumento da concentração inicial de substrato promove a diminuição do tempo de reação de fermentação necessário para encher o balão até um volume padrão. Isso quer dizer que há um aumento da taxa de reação de fermentação com o aumento da concentração inicial de substrato.

Há o aumento da concentração de açúcar nos ensaios 2 e 3, evidenciando valores de tempo não muito diferentes. É possível que esse resultado esteja relacionado ao modelo cinético dessa reação de fermentação, ou devido à morte das leveduras pela alta da concentração de substrato, ou fenômeno de transporte de substrato, na situação de concentração de catalisador testada (três colheres de chá). A morte das leveduras pode ser explicada pela osmose do substrato do meio externo à membrana da célula (mais concentrado) para o meio interno da célula (menos concentrado), provocando um aumento súbito da concentração de açúcar, o que pode comprometer o funcionamento biológico da levedura.

O professor abordará outra problematização: o que seria esperado com o fenômeno de crescimento do pão com o aumento da concentração de açúcar na massa? Explicação: os microrganismos também podem morrer após uma certa concentração de açúcar. É possível que tenha ocorrido osmose. Entretanto, há um aumento da taxa de

reação com aumento da concentração do substrato, dentro de uma faixa de concentração.

### **Experiência C: Determinação da massa específica do pão em água**

A terceira experiência consiste na determinação da densidade do pão pelo deslocamento do volume em água, colocando uma massa de pão em uma proveta contendo água. Nessa etapa, utiliza-se uma amostra da massa de pão em momentos diferentes do processo de transformação, antes e após a fermentação.

Durante a etapa de fermentação, os açúcares livres provenientes do amido são metabolizados pelas leveduras, produzindo álcool e dióxido de carbono, sendo este responsável pelo crescimento do pão, ficando retido no glúten e contribuindo para a expansão da massa. Acontece uma diminuição da massa específica do pão a valores inferiores ao da massa específica da água, favorecendo sua emersão à superfície da água contida na proveta. Dessa forma, a alteração de massa específica está relacionada à expansão da massa de pão, o que é esperado por haver um aumento do volume sem alteração da massa.

O professor deve levantar a seguinte problematização: qual o menor valor de massa específica do pão no final da fermentação? Qual proteína é responsável pela elasticidade da massa do pão? Explicação: a liberação do gás carbônico proporciona a expansão da massa, diminuindo a massa específica do pão fermentado. É possível que seja o glúten o responsável por essa expansão.

Os Quadros 3 e 4 presentes nos Apêndices da Sequência também são utilizados nessa oficina como instrumentos pedagógicos. A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 3.

### **Oficina n.º 06: Colocando a mão na massa**

Inicialmente, é aplicado um questionário para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos programáticos relacionados à produção de pão. As perguntas abordam o conceito de fermentação, processo aeróbico e anaeróbico, fermentação láctica, aspectos históricos e culturais da produção de pão.

O professor deve perguntar se os alunos já acompanharam o preparo de um pão e se observaram mudanças no estado inicial e final desse alimento. Discussão sobre o

que eles acham que ocorre nesse caso e organização da turma em grupos, comunicando a realização de experimentos para observar a transformação do pão.

Primeiro, eles prepararão a massa, sem adicionar fermento. Deve ser solicitado que juntem um pouco de farinha, açúcar (matéria orgânica para ser consumida durante o processo de fermentação) e água num copo.

Os alunos devem formular hipóteses e levantar suposições sobre os fenômenos observados. Devem ser orientados a tomar nota dos acontecimentos antes, durante e após o experimento, a fim de que desenvolvam habilidades de observação e registro, o que vai ajudá-los a chegar a conclusões sobre o que será observado. O professor pode auxiliá-los construindo uma tabela no quadro para enumerar todas as hipóteses mencionadas pelos grupos.

Em seguida, deve ser proposto que separem um pequeno pedaço da massa, adicionem a ela o fermento e misturem bem. Os alunos devem ser orientados a fazer uma bola com a massa e a esperar cerca de 20 minutos, observando o que ocorre. A massa deverá crescer nesse tempo.

O professor deve questionar sobre a ocorrência de transformações. Depois, o professor deve pedir que cortem a bola e observem as bolhas que se formaram na massa, solicitando aos alunos que tomem nota do que foi observado e que discutam sobre a formação das bolhas. Os alunos devem ser orientados a formular hipóteses: por que a massa cresceu? O aparecimento das bolhas tem relação com o crescimento da massa de pão?

Todas as hipóteses levantadas pelos alunos, certas ou erradas, devem ser discutidas. Em seguida, os alunos devem cheirar a massa. Eles sentirão um leve odor de álcool, que é um dos produtos da reação química ocorrida. Dessa forma, o professor deve explicar que houve uma fermentação alcoólica, com liberação de etanol e gás carbônico.

Os Quadros 03 e 04 presentes nos Apêndices desta Sequência também são utilizados nesta oficina como instrumentos pedagógicos. A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 3.

## 5.2 Matriz Proposicional e Matriz de Avaliação

Para desenvolvermos a Sequência de Ensino Investigativa proposta, organizamos uma Matriz para direcionar todas as etapas durante o processo de aprendizagem. A ideia da matriz é estabelecer um plano de trabalho no qual o aluno conseguirá visualizar o processo de investigação como um todo, como também o professor tem condições de acompanhar cada momento vivenciado pelos alunos.

A matriz não assume um direcionamento linear, unidirecional, pelo contrário, o modelo proposto tem um movimento cíclico livre em cada etapa de construção de significados, seguindo a fundamentação teórica de Pedaste (2015). A cada etapa vivenciada, o aluno tem a liberdade de retornar à etapa a qual ele precise ressignificar, desconstruir ou mesmo aprimorar os conceitos construídos até aquele momento, de forma a alcançar a maior amplitude lógica sobre os conceitos envolvidos com a investigação.

Pedaste (2015) organiza a aprendizagem a partir da investigação em cinco etapas, nas quais o processo de construção de conceitos se dá pelo movimento entre fases, possibilitando o aluno retornar à fase em que sentir necessidade de uma reestruturação lógica dos sentidos construídos até aquele momento, isso acontecendo constantemente durante todo o processo de construção do conhecimento.

A Matriz organizada no Quadro 3 nomeamos como “Matriz proposicional”, que orienta cada passo do processo de investigação que se pretende percorrer; e a “Matriz de avaliação”, no Quadro 4, utilizada para verificação da aprendizagem e da construção das competências alcançadas em cada etapa do processo de ensino-aprendizagem.

O Quadro 3 mostra a proposta da Matriz para ser trabalhada no processo investigativo, no desenvolvimento da aprendizagem significativa, que possibilitará a construção do pensamento científico e as competências cognitivas e socioemocionais.

**Quadro 3** - Matriz proposicional com as etapas da Sequência de Ensino Investigativa

<b>MATRIZ PROPOSICIONAL COM AS ETAPAS DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA</b>		
Etapas da experimentação investigativa e descrição das ações realizadas em cada uma.		
1	<b>Problematização</b>	Descrição do problema a ser solucionado
2	<b>Conhecimentos Prévios</b>	Discussão dos conhecimentos prévios dos alunos e contextualização com o assunto tratado

3	<b>Hipóteses</b>	Levantamento e formulação de hipóteses, questões de estudo, definição de objetivos e contexto.
4	<b>Pesquisa</b>	Pesquisa sobre o problema colocado em busca das soluções
5	<b>Metodologia</b>	Descrição dos procedimentos utilizados (planejamento da investigação)
6	<b>Experimentação e Observação</b>	Trabalho com os fenômenos no que eles mais têm de visível e mensurável, elaborar uma forma de olhar e falar sobre o fenômeno
7	<b>Descrição dos fenômenos</b>	Construção de afirmações baseadas em evidências para a explicação do fenômeno
8	<b>Análise dos dados</b>	Discussão os dados construídos e observados
9	<b>Argumentação</b>	Desenvolvimento da elaboração das explicações causais para o fenômeno observado
10	<b>Conclusão</b>	Reflexão Crítica e proposta de solução
11	<b>Relatório</b>	Elaboração de um texto dissertativo com todos os tópicos trabalhados na experimentação investigativa

Fonte: Da autora, 2021.

O Quadro 4, a seguir, traz a outra Matriz de Avaliação para ser aplicada como uma das últimas etapas da Sequência de Ensino Investigativa, organizando uma visualização de cada etapa de investigação de ensino e das competências que vão sendo construídas ao longo do tempo no processo de aprendizagem.

**Quadro 4** - Matriz de Avaliação da Sequência de Ensino Investigativa.

<b>MATRIZ DE AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA</b>				
Nome da escola:				
Nome do aluno:				
Série:			Turno:	
Tema:			Data:	
Etapas da experimentação investigativa		Conteúdos desenvolvidos		
		Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
1	<b>Problematização</b>			
2	<b>Conhecimentos Prévios</b>			
3	<b>Hipóteses</b>			
4	<b>Pesquisa</b>			
5	<b>Metodologia</b>			
6	<b>Experimentação e Observação</b>			

7	<b>Descrição dos fenômenos</b>			
8	<b>Análise dos dados</b>			
9	<b>Argumentação</b>			
10	<b>Conclusão</b>			
11	<b>Relatório</b>			

Fonte: Da autora, 2021.

## **6 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, SOCIOINTERACIONISTA E PROBLEMATIZADORA NA ÁREA DE QUÍMICA: RESULTADOS E DISCUSSÕES**

*Todo o conhecimento é a resposta de uma questão.*

(Gaston Bachelard)

De acordo com o problema que orientou esta pesquisa: Como pensar uma proposta pedagógica a partir de uma Sequência de Ensino Investigativa que resulte em uma aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizadora na área de Química?

Chegamos a uma proposta que conseguiu contemplar a dimensão do ensino-aprendizagem alcançando as variáveis que interferem em todo o trajeto de construção do conhecimento Químico, possibilitando ao professor um olhar amplo e holístico do processo e de cada etapa de seu desenvolvimento.

Os autores trazidos para o diálogo complementam-se epistemologicamente em cada etapa de desenvolvimento e construção dos conhecimentos estabelecidos na Sequência de Ensino Investigativa.

Consegue-se perceber que cada um dos autores traz um olhar específico em sua área de conhecimento que enriquece o monitoramento do que vai acontecendo durante a produção do conhecimento e do desenvolvimento de habilidades e competências, o que possibilita uma riqueza teórica e um olhar científico ampliado para esse movimento de constituição dos saberes na área de Química e no desenvolvimento da alfabetização científica.

A proposta pedagógica é contextualizada com o tema alimentos, em uma sequência de atividades que envolvem seis oficinas de trabalho, com o título: “A Química do café e do Pão: vamos tomar um café com pão quentinho?”, possibilitando ao aluno a relação com o conhecimento químico a partir de elementos de sua cultura, produzindo um potencial de significação lógica no desenvolvimento da alfabetização científica e na constituição da Química como ferramenta social para o uso em seu dia a dia.

### **6.1 A Sequência de Ensino Investigativa**

Não há como um professor dizer que não tem recursos para dinamizar uma aula e buscar aproximá-la o máximo possível da realidade e do convívio do aluno a fim de que possa se relacionar com os fenômenos, estabelecendo seus próprios conectores e sentidos. Desde as estratégias tecnológicas que a era da informação nos disponibiliza até os mais simples experimentos, podem ser utilizados como recursos para potencializar o entendimento dos conceitos, fatos e fenômenos na área da Química.

As formas de tornar uma aula instigante são diversas, e essa proposta pedagógica traz uma abordagem do conhecimento de Química por meio de uma sequência de atividades que, para a área do ensino das Ciências, Carvalho (2020) afirma ser: a Sequência de Ensino Investigativa o termo mais apropriado para o desenvolvimento do conhecimento de forma processual.

A Sequência de Ensino Investigativa: “A Química do café e do pão: Vamos tomar um café com pão quentinho?” traz uma possibilidade prática de posicionar o aluno como agente construtor de seu próprio saber dentro daquilo que existe em seu dia a dia. Essa forma de posicionar o aluno como agente do processo segue a percepção teórica de Piaget, Vygotsky e Freire.

É uma possibilidade de aproximar o aluno daquilo que já está próximo. Ou seja, aproximá-lo com um olhar crítico, reflexivo e investigativo, é mudar a posição de consciência do aluno, conduzindo-o de maneira questionadora, problematizadora e instigante, ao mesmo tempo que favorece o desenvolvimento de habilidades manipulativas, competências psicológicas e o desenvolvimento do pensamento científico que se materializa com a linguagem científica, produto do processo de ensino-aprendizagem desenvolvido.

A partir de tudo que o aluno já conhece, o professor vai mediando o reposicionamento desse aluno no contexto de produção do conhecimento, que antes observava a preparação do café e a produção do pão de forma leiga em relação à forma que a ciência traz como referencial. Nesse novo lugar em que o aluno é colocado, o centro do processo, ele conseguirá deslocar sua visão e suas percepções a respeito do que observa, analisando o fenômeno pela ótica científica.

Nesses movimentos que estão sendo estruturados pelo aluno com seu objeto de observação (fenômeno), ele vai estabelecendo um relacionamento de curiosidade, investigação, que possibilita o levantamento de hipóteses e organização de argumentos consonantes ao senso científico que está sendo construído.

Um olhar antes vindo de um senso comum manifestado por uma linguagem também comum, advindo de uma observação superficial e desconexa de uma proposta pedagógica de aprendizagem significativa, agora, está devidamente direcionada e mediada, possibilitando o pensamento do senso científico que é aquele que é transposto do comum para o lógico, pautado em explicações plausíveis da realidade que a ciência comprova como fatos naturais observáveis.

Na transposição do pensamento comum para o científico, não se fala de eliminação do pensamento comum em detrimento ao científico, como se o primeiro não tivesse valor algum, mas, uma complementação em que o primeiro serve como uma base para a ancoragem do segundo (Princípio de Ausubel).

Para estruturarmos essa Sequência de Ensino Investigativa (SEI), trouxemos Zabala e Carvalho para fundamentar o trabalho por meio de uma sequência de atividades em que a própria sequência é uma das variáveis que interferem diretamente na prática educativa, no processo de ensino-aprendizagem e nos resultados traçados pelo planejamento. Esse instrumento pedagógico é considerado pelos autores a melhor ferramenta para o monitoramento do controle da gestão do conteúdo em sala de aula.

A Sequência de Ensino Investigativa (SEI) traz a possibilidade de trabalhar a Ciência/Química na perspectiva que Carvalho e Vygotsky nos apresentam, como uma forma de cultura historicamente produzida pelas gerações anteriores.

Dentre os temas abordados para a experimentação, o preparo do café e a produção de pão conseguem uma ligação com os conhecimentos prévios dos alunos. O café faz parte da cultura brasileira desde a época em que o Brasil vivia como colônia e se tornou um item essencial da culinária em todo o país. Do norte ao sul, nos lares ricos ou mais simples, o café ocupa um lugar de destaque na alimentação das famílias em todo o território nacional.

Assim como o café, o pão, mesmo chegando depois ao Brasil, se constitui hoje como um item da mesa do brasileiro que alcança toda a dimensão geográfica do país. Do Oiapoque ao Chuí, a produção e o consumo do pão fazem parte da cultura e do modo de vida de todos os brasileiros. Qual o brasileiro que nunca fez um pãozinho em casa ou que não tenha visto pelo menos o pão sendo cozido nos fornos das padarias? Ou mesmo sentido o cheiro do cozimento que é arrastado pelo vento e consegue alcançar uma área maior do que o próprio padeiro pode imaginar.

Como já argumentado na seção sobre as Sequências de atividades, as sequências didáticas das quais as Sequências de Ensino Investigativa fazem parte, são instrumentos

pedagógicos efetivos em que o docente tem a condição de organizar um conjunto de atividades para ir construindo o conhecimento do aluno sobre determinado tema ou conteúdo processualmente organizado, conseguindo monitorar o processo e avaliar as variáveis que interferem em seu andamento.

No caso desta Sequência de Ensino Investigativa (SEI), tratando dos temas Café e Pão, é possível perceber a maneira que o conhecimento vai sendo construído de forma ordenada por parte do aluno. Nas oficinas que envolvem a produção do café, temos: a Química do café, misturas, processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação; construção de sistema de destilação; a política dos 3R's, reutilização de materiais, consumo consciente, tempo de decomposição de materiais e formas alternativas de produção de material para uso no ensino de Química.

Nas oficinas que envolvem a produção do pão caseiro: efeitos do glúten na saúde, fórmula molecular e estrutural do glúten, cadeias carbônicas, transformações químicas, conceito de fermentação, processo aeróbico e anaeróbico, fermentação láctica, aspectos históricos e culturais da produção de pão e conceitos de ácido e base.

À proporção que a sequência for se desencadeando, o professor pode ir acompanhando, avaliando, e, até mesmo, mudando o curso traçado anteriormente, baseado na proposta de Pedaste para o ensino de Ciências por Investigação. Dessa forma, estabelece um movimento cíclico na construção ou reconstrução do conhecimento científico, para o caso de não alcançar o resultado previamente proposto, de forma que retome a rota correta.

A proposta de ciência como uma construção de pensamentos e linguagens próprios é alcançada pela SEI a partir da sustentação teórica nos autores tomados como referência, como também na medida em que a apropriação dessas ferramentas culturais específicas da ciência são constituídas na interação entre o aluno com o conhecimento, entre os alunos com eles mesmos e dos alunos com o professor.

A dinâmica das interações que a SEI possibilita serem produzidas nas salas de aula de Química favorece a construção do pensamento científico com significação e sentido da Ciência para o aluno, criando condições para que o aluno possa transpor o pensamento do senso comum para o pensamento científico, mudando toda a sua percepção de observação e análise dos fenômenos estudados.

A SEI cria a possibilidade de o aluno identificar o valor histórico-social dos temas trabalhados, e a partir de suas próprias reflexões, ele mesmo consegue imprimir esse valor por meio do ponto de vista de seu relacionamento, com o conhecimento que

vai sendo construído e ao mesmo tempo vai se constituindo parte dele, mesmo como cidadão em processo de formação.

Nesse movimento de experimentação e construção de conceitos, o aluno amplia seu olhar para o mundo, se colocando nele, se percebendo como parte social ativa e produtora e construindo seus próprios valores históricos.

Quando a Ciência é tratada e construída em sala de aula de forma interativa, dialogada e problematizadora (Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire) levando em consideração o seu valor sócio-histórico e sociocultural, o aluno constrói o conhecimento, não de forma isolada ou na perspectiva de uma aprendizagem, que logo é esquecida, mas consegue ligar esse conhecimento novo com esse novo olhar, e agora um olhar crítico e científico a uma âncora, um conhecimento da sua realidade, criando sentido e estabelecendo um vínculo lógico, produzindo aprendizagem significativa que vai gerar um conhecimento com sentido para a sua formação.

Para Vygotsky, esse conhecimento prévio necessário para a aprendizagem lógica está na Zona de Desenvolvimento real ou efetiva. Quando o novo conhecimento trabalhado na Zona de Desenvolvimento Proximal modifica o conhecimento existente, passando a se fixar na Zona de Desenvolvimento Potencial.

A SEI traz a possibilidade de construção dos conhecimentos científicos acontecerem envolvendo experimentos e situações manipulativas em que o aluno é o principal agente de condução do processo de produção do saber científico. Essa forma de fazer a Ciência/Química para o aluno favorece a passagem da ação manipulativa, que acontece nas oficinas n.º 02, 03, 05 e 06, na sua transposição para a ação intelectual, encaminhando o pensamento do aluno do senso comum ao despertar para ao senso científico e sua consolidação como o pensamento racional.

A linguagem cotidiana segue o mesmo caminho que o pensamento. À proporção que o pensamento do aluno vai alcançando uma dimensão mais organizada, cientificamente falando, acontece automaticamente o mesmo com a linguagem, pois a linguagem é a materialização de suas ideias e de seu pensamento.

As Matrizes proposicional e de Avaliação conseguem definir cada etapa de investigação para que haja um desenvolvimento sequencial da aprendizagem, como também das competências servindo de instrumentos pedagógicos de apoio ao trabalho do professor durante o processo de ensino-aprendizagem.

## **6.2 O ensino de Ciências/Química**

O professor que trabalha as aulas dentro da perspectiva da Ciência/Química a partir da observação e da experimentação, com o propósito de que haja a compreensão do aluno acerca das propriedades e das transformações relacionadas à natureza da matéria, sua composição e os fenômenos com ela envolvidos sejam construídos por meio da aproximação desse aluno com o objeto de sua análise, está dentro de uma proposta sociointeracionista de construção do conhecimento (Princípio de Vygotsky).

Os movimentos de observação e experimentação nas aulas de Química implicam na construção do pensamento e da linguagem científica envolvendo a nomenclatura própria da área. A SEI traz a proposta de ensino considerando as relações entre os fenômenos químicos que são trabalhados nas seis oficinas, estabelecendo sua inserção e funcionamento no mundo de forma a aproximar o aluno de um contexto de construção do conhecimento químico de forma significativa.

O aluno tem a possibilidade de construir seu conhecimento estabelecendo suas conexões de forma lógica, organizando e sistematizando esse novo pensamento de maneira estruturada e com sentido para suas ações diárias e para seu contexto de vida.

Os conceitos sobre o tema trabalhado são construídos a partir de sua própria observação, em que ele consegue visualizar o fenômeno (fervura do café, filtração, decantação, destilação e fermentação), e, em outros casos, mensurar ou tocar (verificação da influência da temperatura na velocidade de reação, preparo do pão), elaborando uma forma de olhar, falar e agir sobre esses fenômenos por meio de suas próprias afirmações com bases científicas e em evidências que explicam o fenômeno de forma real.

Machado coloca uma pergunta que foi expressa anteriormente: Como a Química pode possibilitar que se elaborem formas de compreender o mundo? Para a autora deve-se: “Considerar os limites e as possibilidades em uma aula de Química, implica buscar os aspectos do mundo que podem ter visibilidade a partir do olhar da Química” (MACHADO, 2014, p. 157).

A SEI considera os limites e cria as possibilidades para se trabalhar os conteúdos das oficinas, trazendo aspectos do mundo que o aluno conhece e que estão bem próximos a ele, dando visibilidade a um novo olhar construído sobre o conhecimento químico, a partir das observações mediadas pelo professor.

O processo de ensino-aprendizagem que se consegue alcançar com a SEI é pautado na perspectiva que Machado aponta para o ensino da Química nos três níveis do

conhecimento químico, que são: Fenomenológico, Teórico e Representacional, conseguindo contemplar a Química como um todo integrado e interativo, que não pode ser trabalhado de maneira separada, tendo em vista ficar incompleta, imperfeita e destoante da realidade complexa que a constitui. Dessa forma, evitando barreiras para o entendimento real de como a Química acontece em sua dimensão.

Os conhecimentos químicos na dimensão macroscópica são os que envolvem os aspectos fenomenológicos; a SEI trabalha a possibilidade de observação de fenômenos em três das seis oficinas propostas. As primeiras oficinas introduzem cada tema funcionando como uma abordagem inicial, trabalhando o levantamento dos conhecimentos prévios e toda uma contextualização e fundamentação do que será construído nas oficinas seguintes. A oficina 02 consegue trabalhar as competências conceituais, procedimentais e atitudinais, como também as habilidades manipulativas na construção do sistema de destilação.

Todo o conhecimento passível de visualização concreta, assim como de análise ou determinação das propriedades e transformações da matéria são considerados conhecimentos de aspectos fenomenológicos. As aulas de Química, quando trabalhadas de maneira experimental, possibilitam ao aluno contemplar a abordagem fenomenológica, referente ao mundo natural, tornando o conhecimento visível e mensurável para o aluno e favorecendo a construção do pensamento e da linguagem científica.

A dimensão microscópica envolve informações da natureza atômico-molecular, são as explicações baseadas em termos abstratos como átomo, molécula, íon, elétron, equivalente à abordagem teórica. Para explicar os fenômenos, os níveis teórico e representacional justificam as argumentações para a comprovação das hipóteses levantadas durante o processo de problematização que compõe as etapas do ensino de Química.

No nível representacional, estão as informações referentes à linguagem química, como fórmulas e equações, são, por exemplo, as fórmulas estruturais dos compostos. Nele, estão os conteúdos químicos de natureza simbólica (Vygotsky), compreendendo as informações correspondentes à linguagem química, que são as fórmulas e as equações. Esse nível estabelece relação com os outros dois níveis, o fenomenológico e o teórico, fornecendo as ferramentas simbólicas para a compreensão do conteúdo construído.

Ao trabalhar a Química nos seus três níveis de conhecimento, o aluno consegue compreendê-la em sua complexidade e alcança um nível de levantamento de hipóteses, interpretação de informações e argumentação mais significativa e lógica.

Nesse movimento, entre o pensamento e sua expressão por meio das palavras, o aluno vai construindo o sentido do conhecimento químico e estabelecendo suas relações, aprendendo a ver o mundo pelas ferramentas que a Química produz e com seu próprio olhar (Freire).

Diante disso, compreendemos que, na organização do trabalho pedagógico e no seu desenvolvimento na sala de aula de Química, a partir de uma construção histórico-cultural, encontramos possibilidades de constituição de significados científicos para o pensar, o falar e o agir sobre Ciência nas interações estabelecidas socialmente e a partir das mesmas.

### **6.3 O ensino de Ciências por investigação**

A ciência por investigação é movida por problematizações que se constroem ao longo do percurso do processo de ensino-aprendizagem, desenvolvendo no aluno um comportamento investigativo e reflexivo. Essas problematizações não envolvem aquilo que o aluno já está acostumado a elaborar, mas colocam-no em uma posição de novas elaborações, novos questionamentos alinhados aos seus conhecimentos prévios e relacionados ao tema em questão que está sendo elaborado em sua mente.

As problematizações assumem uma posição de eixo norteador do caminho científico percorrido pelo aluno em sala de aula. As salas de aula de Ciências, direcionadas por problematizações alinhadas aos temas envolvidos, conseguem proporcionar ao aluno um ambiente de possibilidades no levantamento de hipóteses e argumentos acerca dos fenômenos estudados.

A Ciência por investigação vai se constituindo como conhecimento adquirido em todo o caminho trilhado pelo aluno e, em cada etapa da construção do conhecimento, acontece gerando significado e lógica para sua vida.

A aprendizagem nas salas de aula de Ciências por investigação vai criando sentido na vida do aluno à proporção que suas vivências vão sendo construídas empiricamente. Na SEI, foi pensado em um ambiente que pudesse possibilitar a produção de uma aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizadora a

partir da investigação de recursos que fazem parte da vida e da cultura do aluno no ensino médio.

Na seção de Ensino de Ciências por Investigação, citamos Carvalho, que afirma sobre o resultado efetivo do processo de produção do conhecimento quando o aluno consegue identificar padrões a partir dos dados e fenômenos observados, propor explicações com base nas evidências comprovadas, e construir modelos, realizando previsões e revendo explicações com base nas vivências experimentadas.

A SEI foi toda pensada para esse fim específico, o de percorrer um caminho metodológico (proposto pela Matriz Proposicional - Quadro 3) em que o aluno fosse estruturando sua aprendizagem de forma processual.

A Matriz Proposicional que faz parte da SEI como ferramenta pedagógica para uso durante o processo de ensino-aprendizagem (Quadro 3) serve como um guia de viagem. Essa Matriz é organizada na perspectiva de um roteiro de sequência de etapas que vão sendo seguidas, não de maneira linear e unidirecional, mas, como um roteiro que pode ser revisto e retomado (PEDASTE, 2015) em caso de qualquer necessidade para a construção lógica e significativa dos conceitos e dos conhecimentos envolvidos com os temas trabalhados.

À proporção que o aluno vai percorrendo o processo de investigação, ele passa pelas seguintes etapas: a Problematização, que é a apresentação e descrição do problema a ser solucionado. Nesse momento, é colocada ao aluno a primeira pergunta que vai promover a desequilibração (Piaget) de seu conhecimento cognitivo, impulsionando-o à busca pela solução. A partir daí, o aluno começa a percorrer um caminho de indagações e busca por respostas.

Em suas primeiras reflexões, o aluno busca os Conhecimentos Prévios (Ausubel) que foram construídos ao longo de sua história de vida (Vygotsky) e começa a criar os elos para os novos conhecimentos que vão ser produzidos a partir daí. Na etapa da Discussão dos conhecimentos prévios dos alunos e contextualização com o assunto tratado, há uma troca de conhecimentos com os outros alunos, e, na interação estabelecida com o diálogo, cada aluno vai estruturando a significação dos conteúdos que estão sendo trabalhados.

A etapa seguinte é a da Hipótese em que acontece o levantamento e formulação de hipóteses, questões de estudo, definição de objetivos e contextualização do tema. Quando o aluno consegue fazer o levantamento de hipóteses (Freire), ele parte então para a etapa da Pesquisa sobre o problema colocado em busca das soluções.

A definição e organização da Metodologia de trabalho vem logo a seguir. Nessa etapa, acontece a descrição dos procedimentos utilizados (planejamento da investigação) que serão necessários na busca pela solução do problema proposto anteriormente.

Alcançado esse momento, passa-se para a Experimentação e Observação (Piaget e Vygotsky). Nessa parte, acontece a visualização dos fenômenos e o aluno elabora uma forma de olhar e falar sobre o fenômeno. Em seguida, vem a Descrição, que é a etapa em que o aluno constrói afirmações baseadas nas evidências observadas para a explicação do fenômeno.

Na etapa de Análise dos dados, são estruturadas as discussões dos dados construídos e observados (Freire), em que é possível verificar o nível de conhecimento e de capacidade de análise de resultados desenvolvidos pelo aluno. Caso isso aconteça, é possível se retomar do momento menos significativo para o aluno, e colocar outras problematizações, refazendo-se o movimento de construção do conhecimento para que o aluno alcance o resultado proposto inicialmente.

A Argumentação é o momento de desenvolvimento da elaboração das explicações causais para justificar o que acontece no fenômeno observado. Na Conclusão, acontece a reflexão crítica e a proposta de solução. O Relatório é a etapa final de toda a investigação. Depois de o aluno haver passado pelo caminho investigativo traçado, ele parte para a elaboração de um texto dissertativo com os tópicos trabalhados na experimentação.

Quando o aluno chega à etapa da formulação das argumentações para explicar e comprovar o fenômeno observado, ele já conseguiu contemplar todo o processo, diagnosticar as hipóteses verdadeiras, organizar os dados encontrados e sistematizar as ideias em uma estrutura argumentativa que define todas as relações estabelecidas com o referido tema.

Quando o aluno, após percorrer toda a trajetória científica norteada pelos problemas, consegue formular suas argumentações acerca de referido tema ou fenômeno, ele está vivenciando efetivamente o processo de alfabetização científica e a Química conseguiu ocupar o lugar de ferramenta social para ele.

#### **6.4 O desenvolvimento de competências**

Diante de todo o percurso trilhado até agora, foi possível perceber a complexidade que é o processo de ensino-aprendizagem, e de como conhecer e monitorar os fatores que estão envolvidos nele são extremamente indispensáveis para que sejam alcançados os resultados de maneira efetiva. Nós, professores, temos que estar atentos a esses fatores que interferem no meio e, procurar agir na hora certa para que o processo continue apontando para o alvo e seguindo seu curso normalmente.

A aprendizagem e as competências produzidas durante a construção do conhecimento são o alvo. Assim, o trabalho contínuo do professor desde o planejamento, do acompanhamento das atividades, do monitoramento das variáveis do ensino, da aprendizagem e das competências produzidas, equivale à energia transferida por meio da aplicação de uma força que é capaz de gerar o deslocamento para o alcance do resultado esperado.

Ter Zabala como referencial para a sequência organizada nesta pesquisa nos possibilitou trazer a perspectiva que ele tem sobre a sequência de atividades como uma das variáveis que interferem no meio em que ocorre o processo, como também no desenvolvimento das competências e sua classificação como: conceituais, procedimentais e atitudinais.

Estes termos, foram criados para uma maior compreensão dos processos cognitivos e condutuais, sendo organizados separadamente para poder se identificar as partes de uma formação integral, ou seja, uma formação que desenvolva: “o que se deve saber?”, “o que se deve saber fazer?” e “como se deve ser?”. Uma formação que transpõe a dimensão cognitiva alcançando a comportamental.

A Matriz de Avaliação (Quadro 4) trazida nessa SEI como uma das ferramentas pedagógicas de controle e monitoramento do processo vem com o campo de cada competência em todas as suas etapas, permitindo que o professor possa ir registrando a construção de cada uma à proporção que isso vá acontecendo.

A SEI foi trabalhada na perspectiva de possibilitar o desenvolvimento de todas as competências. O professor pode ir registrando o desenvolvimento de cada aluno e acompanhando a evolução individual e coletiva das competências ao longo do processo.

## **6.5 Implicações das teorias do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem**

Novak (1981) compreende a educação como um conjunto integrado de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras. Dessa forma, a SEI foi organizada com

o intuito de alcançar uma aprendizagem relacionada à vida diária que desenvolvesse o aluno nessas dimensões.

As oficinas estabelecem atividades que conseguem associar a aprendizagem de habilidades (motora) com aprendizagens cognitivas e afetivas; criando condições de proporcionar que os conceitos sejam bem construídos e organizados na mente do aluno, assim como as habilidades manuais sejam treinadas e as competências afetivas tenham espaço para serem desenvolvidas. A nomenclatura adotada por Novak é atitude afetiva. Para Zabala, autor tomado como referência nas competências, é competência atitudinal.

A SEI buscou criar um ambiente em que o aluno pudesse ser visto como ser humano, contemplando seu modo de pensar (cognitivo/conceitual), agir (procedimental) e sentir (atitudinal) de maneira integral.

### *6.5.1 Segundo Jean Piaget*

A teoria de Piaget traz para a SEI a concepção de que criança constrói esquemas de assimilação com os quais se relaciona com a realidade, e esses esquemas vão evoluindo de acordo com seu desenvolvimento cognitivo e seguindo para outras etapas posteriores, necessárias para sua evolução constante.

Todo esse processo de construção de esquemas cognitivos e de sua evolução fazem diferença quando o jovem chega ao ensino médio, porque ele é uma construção do desenvolvimento biológico de tudo o que vai adquirindo como bagagem de conhecimento ao longo de sua trajetória de vida. Conhecer as etapas de desenvolvimento do aluno é fundamental para o professor, uma vez o sensibiliza a observar o desenvolvimento do aluno, compreendendo a dimensão cognitiva e biológica.

Quando esse jovem chega ao ensino médio, nas aulas de Química, há uma base de conhecimentos que ele vai utilizar como conhecimentos prévios para ancorar os novos conhecimentos que serão agregados. O papel do professor e o conhecimento que tem do processo e das variáveis que criam as possibilidades potenciais lógicas para a significação na sala de aula são fundamentais para a determinação do alcance dos resultados definidos a serem alcançados.

O professor deve iniciar seu trabalho a partir desses conhecimentos que o aluno já tem, respeitando seu desenvolvimento cognitivo e biológico. Até o aluno chegar ao ensino médio, já constituiu muitos esquemas de assimilação com a realidade. Tudo o

que foi construído faz parte de sua estrutura cognitiva, funcionando como base para os novos conhecimentos que serão produzidos nesse nível da educação básica.

Segundo Moreira, “todo esquema de assimilação é construído, e toda abordagem à realidade supõe um esquema de assimilação” (MOREIRA, 2018, p. 100). No processo de aprendizagem possibilitado pela SEI, quando o aluno faz abordagem aos conhecimentos relacionados à preparação de café e de pão, esquemas de assimilação são iniciados em seu cognitivo.

Moreira (2018) ainda afirma que esse processo sempre deve chegar a um momento de equilíbrio que traz estabilidade cognitiva para o aluno e o impulsiona a avançar.

A mente, sendo uma estrutura cognitiva funciona em equilíbrio, aumentando seu grau de organização interna e de adaptação ao meio. Entretanto, quando esse equilíbrio é rompido por experiências não assimiláveis, o organismo se reestrutura a fim de construir novos esquemas de assimilação e atingir o novo equilíbrio (MOREIRA, 2018, p. 102).

Piaget chama esse processo de “equilíbrio majorante”, e por meio dele o comportamento humano é totalmente construído em interação com os meios físico e sociocultural. A equilíbrio é a impulsionadora do desenvolvimento intelectual da criança, que é a responsável por esse desenvolvimento.

Para Piaget, ensinar é provocar o desequilíbrio na mente da criança para que busque se reequilibrar, ou se reestruturar cognitivamente. Moreira corrobora com o teórico nessa percepção, definindo o mecanismo de aprendizagem da seguinte forma: “O mecanismo de aprender da criança é sua capacidade de reestruturar-se mentalmente buscando um novo equilíbrio. O ensino deve ativar este mecanismo” (MOREIRA, 2018, p. 103).

A SEI foi organizada de forma que a estrutura cognitiva do aluno passe pela desequilíbrio impulsionando-o a seguir para outras etapas de desenvolvimento. De acordo com Piaget (2011), as dificuldades de abstração dos conceitos e princípios na área das Ciências da Natureza vão sendo superadas, à proporção que o professor vai promovendo o desequilíbrio na estrutura cognitiva do aluno por meio da problematização.

O aluno começa o processo de assimilação, em seguida, o de acomodação, e assim sucessivamente, de forma cíclica. Outras etapas vão surgindo, fazendo com que a

estrutura cognitiva do aluno vá alcançando outros níveis de desenvolvimento cada vez mais maduros e estruturados.

É preciso se compatibilizar o ensino com o nível de desenvolvimento mental da criança ou adolescente, para que o processo de ensino-aprendizagem acompanhe perfeitamente o desenvolvimento mental do aluno e possa dar condições a ele de construir seu conhecimento de maneira apropriada em cada etapa.

Outro ponto fundamental: para que a aprendizagem seja significativa, a problematização precisa ser significativa também. Não pode ser muito elementar, como não pode ser em um nível de conhecimento que o aluno ainda não alcança.

Quando a proposta de ensino não acompanha esse desenvolvimento e usa estratégias de aprendizagem desrespeitando as fases de desenvolvimento cognitivo desse sujeito, a aprendizagem não tem como acontecer de maneira significativa, e ainda incorre o erro de criar um ambiente de desmotivação em sala de aula dificultando ainda mais o processo.

No caso dos estudantes do ensino médio que estão no estágio de desenvolvimento das operações formais, em que sua característica é a capacidade de raciocinar com hipóteses verbais e não apenas com objetos concretos; se o professor não criar possibilidades de aprendizagem induzindo o pensamento proposicional do aluno, por meio do qual o aluno poderá raciocinar, manipular proposições e buscar soluções e intervenções em sua realidade, o processo de aprendizagem estará totalmente comprometido. Dessa forma, impossibilitará que o aluno crie sentidos e significados para a construção de conhecimentos, conseqüentemente, inviabilizando o desenvolvimento de competências.

Quanto à aprendizagem na área das ciências da natureza, Piaget assevera que:

Ora, na maior parte dos países, a escola forma linguistas, gramáticos, historiadores, matemáticos, mas não educa o espírito experimental. É necessário insistir na dificuldade muito maior de se formar o espírito experimental do que o espírito matemático nas escolas primárias e secundárias. [...] É muito mais fácil raciocinar do que experimentar (PIAGET, 1949, p. 39).

É importante frisar que Piaget ressalta o valor do estudo das ciências para se conceber um espírito investigativo, que busque na experimentação o caminho para o seu desenvolvimento e a formação de um senso científico por parte da criança.

O autor coloca que nesses movimentos cognitivos que acontecem na mente da criança enquanto trabalha com a investigação do experimento apresentado, ocorre a

passagem da ação manipulativa para a ação intelectual, o que desenvolve o pensamento científico.

Com efeito, todo o sistema de educação precisa estar direcionado a investir na alfabetização científica para que possa formar cidadãos críticos e reflexivos no campo científico, que busquem alternativas na ciência para a melhoria da qualidade de vida e para a solução dos problemas sociais contemporâneos. Esse investimento decorre não somente no âmbito financeiro, mas em planejamento, formação docente e propostas pedagógicas que viabilizem o ensino por meio da experimentação.

Como o processo de desenvolvimento mental acontece em construção, da mesma forma se dá a apropriação do pensamento e da linguagem científica na formação de um cidadão alfabetizado cientificamente. Assim sendo, o jovem do Ensino Médio precisa se apropriar e mobilizar conceitos e fundamentos para a construção do uso da ciência como ferramenta social e cultural continuamente durante todo o processo de ensino-aprendizagem.

A interação social do aluno com sua realidade, possibilita perceber e compreender o mundo a partir de si mesmo e dessa relação, em que o aluno levanta seus próprios argumentos e conclusões.

Corroborando, Dal Coletto (2007) afirma que todo conhecimento do mundo físico deve ser construído a partir da relação com a perspectiva lógico-matemática, também com associações do conteúdo que se quer ensinar com o conhecimento prévio do aluno. Vejamos:

Assim, um conhecimento físico não pode ser construído sem um quadro lógico-matemático: nenhum fato do mundo exterior pode ser 'exteriorizado' se é um fato isolado, sem relação com um conhecimento prévio. Portanto, o quadro lógico-matemático, da criança consiste na organização de seu conhecimento prévio e a rede de relações que ela mesma cria entre os objetos. Cada fato que a criança exterioriza ela o faz pela assimilação ao seu quadro lógico-matemático (DAL COLETO, 2007, p. 32).

Para o ensino da Química por investigação, proposto a partir do contato com os objetos da investigação na observação dos fenômenos químicos, percebe-se a necessidade dessa compreensão por parte do professor a fim de que possa priorizar essa aproximação do aluno com o objeto de investigação por meio de experimentos científicos.

### 6.5.2 Segundo Lev Vygotsky

Diferente de outras perspectivas teóricas, Vygotsky parte do pressuposto de que o desenvolvimento acontece a partir da aprendizagem. A interação social variável que interfere diretamente na aprendizagem deve ocorrer dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

Dessa forma, o professor deve criar possibilidades para o novo conhecimento ser trabalhado nessa área. A integração social é responsável por viabilizar os meios para que essa região seja acessada por meio dos diálogos estabelecidos em sala de aula.

A interação social também é a responsável por delimitar os limites da ZDP, do ponto que o aluno já tem desenvolvido para as funções psicológicas a serem construídas em sua mente. Moreira discorre a esse respeito, pontuando que

O único bom ensino é aquele que está à frente do desenvolvimento cognitivo e o dirige. Analogamente, a única boa aprendizagem é aquela que está avançada em relação ao desenvolvimento. Aprendizagem orientada para níveis de desenvolvimento já alcançados não é efetiva, do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo do aprendiz (MOREIRA, 2018, p. 118).

No contexto do processo de ensino-aprendizagem, o professor, na condição de mediador, auxilia o aluno a construir suas funções mentais superiores para que tenha condições de produzir os conceitos com significação social. O aluno troca significados com o professor fazendo com que verifique se o significado percebido e produzido pelo aluno é o compartilhado socialmente. “O ensino se consuma quando aluno e professor compartilham significados” (MOREIRA, 2018, p. 118).

Vygotsky definia seus pressupostos teóricos refletindo nas consequências das atividades humanas, e na medida em que transformavam a natureza e a sociedade em função de si mesmas. O pedagogo observava o trabalho na perspectiva histórico-dialética em que, à proporção que o homem vivencia sua história de vida, se relacionava com o meio em uma interação social e materialista, sendo afetado por ela, mas, ao mesmo tempo, aprendendo, refletindo, planejando o seu próprio futuro e interferindo nela em busca de melhoria.

A motivação e a aprendizagem afetiva são primordiais no desenvolvimento dos processos mentais que acontecem durante o processo de aprendizagem. A proposta pedagógica estruturada contempla a investigação, a formação de competências, também promove um clima propício entre os participantes para a construção de um trabalho produtivo para o professor e um resultado significativo para os alunos.

Segundo as concepções vygotskianas, os aspectos afetivos (motivação) e intelectuais (aprendizagem) não devem ser tratados dissociados para a compreensão da formação dos processos psicológicos superiores. Na mesma perspectiva, o desenvolvimento do pensamento conceitual é influenciado pelas emoções, e seu processo de construção, ligação e internalização dependem das emoções que são produzidas ao longo do processo de desenvolvimento construído em sala de aula. Sendo assim, as aulas experimentais proporcionam uma vivência diferenciada e proveitosa de construção do conhecimento e produção de competências.

As aulas investigativas promovem a instigação pela investigação e curiosidade, trazendo dinamismo e riqueza intelectual para o processo de aprendizagem, tendo em vista que o aluno se torna agente de produção do conhecimento e disseminador de suas próprias ideias. À proporção que todos os alunos vão produzindo seus conhecimentos, trocando ideias e compartilhando descobertas, trazem vida e movimento para o momento de aprendizagem. Além disso, estabelecem relações de identidade cultural com os objetos/fenômenos produzindo suas próprias experiências históricas.

Aulas com experimentos envolvendo reações químicas, por exemplo, com mudança de cor, produção de gases ou precipitados e alterações nos estados físicos da matéria quebram a rotina das aulas tradicionais, proporcionando uma produção de conhecimento construído de forma lógica, participativa e dinâmica.

A SEI traz a possibilidade da observação dos fenômenos, despertando o comportamento questionador, o levantamento de hipóteses e abrindo espaços para uma análise mais próxima da realidade que os livros didáticos podem proporcionar. Outro ponto é a possibilidade de promover o desenvolvimento das habilidades manipulativas (motoras) e aproximar o aluno da possibilidade da visualização dos fenômenos químicos de forma concreta.

No campo das Ciências da Natureza, do qual a Química faz parte, existem os signos e instrumentos específicos que precisam ser construídos e internalizados pelos alunos para que possam utilizá-los na busca pelas soluções que a ciência pode trazer. Portanto, a apropriação de cada instrumento científico tem um valor social e cultural primordial para a formação do aluno, o que torna a teoria de Vygotsky fundamental para o processo de aprendizagem científica no ensino de Química.

Esses signos e instrumentos são considerados artefatos culturais, e sua utilização transforma o funcionamento da mente, possibilitando o amadurecimento dos processos, considerados por Vygotsky de processos mentais superiores. A interação social

estabelecida pelo aluno e o mundo físico é intermediada por esses artefatos culturais constituídos historicamente ao longo das descobertas da Química.

Os instrumentos são elementos que o homem utiliza para mediar sua relação com o mundo social e o mundo do trabalho. O manuseio dos instrumentos na realização de experimentos possibilita a construção material do pensamento científico por parte dos alunos. Cada objeto utilizado no ensino de Química experimental tem seu conceito, sentido e significado específico; função e uma forma de utilização particular para a qual foi criada.

Na oficina 02, os alunos constroem um sistema de destilação artesanal que é um instrumento científico e cultural. A partir do momento que eles planejam e organizam sua produção, incorporam o valor desse sistema não somente para a compreensão que eles estão construindo sobre os instrumentos, mas para a compreensão de sua função no processo de separação do fenômeno estudado.

O “signo” para Vygotsky, que tem na linguagem sua principal representação, tem uma função muito específica e importante no processo de desenvolvimento. Por meio do conhecimento dos signos e da linguagem científica, é possível entender os fenômenos estudados e poder criar no aluno um espírito observador, questionador e crítico, capaz de refletir nos fenômenos estudados, aumentando seu potencial de abstração e sua busca por explicações para os experimentos trabalhados.

Quando o ensino de Química é trabalhado, levando-se em consideração os três níveis do conhecimento: fenomenológico, representacional e teórico, a relação entre o teórico e o representacional fortalece a interação entre o pensamento e a linguagem. A parte teórica é o contato que o aluno tem com as fórmulas, equações e representações de modelos. O pensamento conceitual do aluno é organizado por meio dessa aproximação com os signos que foram construídos pelos cientistas químicos ao longo de suas descobertas na história da humanidade (MACHADO, 2014).

A teoria de Vygotsky utilizada na SEI como uma de suas fundamentações é capaz de contemplar os três níveis do conhecimento de Química, possibilitando que a aprendizagem seja desenvolvida em todos esses aspectos, como também o desenvolvimento das competências conceituais, procedimentais e atitudinais (ZABALA, 1998).

As atividades investigativas ainda podem ser apresentadas como fundamentais na construção dos conceitos científicos, tendo em vista que colocam o aluno como protagonista do processo de formação de conceitos e da organização do seu próprio

pensamento, criando possibilidades de descobertas. Cada um vai fazendo suas descobertas de acordo com seu tempo de raciocínio e construindo os sentidos que vão sendo compartilhados socialmente durante o processo.

É na etapa de experimentação (Quadro 3 – Matriz Proposicional): “Argumentação”, que o aluno, com seu pensamento (nível teórico do conhecimento químico) e sua linguagem (nível representacional do conhecimento químico) organizados, chega à solução do problema central que guiou a investigação (Vygotsky).

### 6.5.3 Segundo David Ausubel

O processo de aprendizagem é de uma complexidade delicada, em que vários fatores estão envolvidos e todos devem ser observados e seguidos para que se chegue a um resultado potencialmente lógico. O professor como mediador precisa estar atento e organizar seu planejamento de forma a alcançar significativamente a estrutura cognitiva do aluno.

Vejam os que Moreira (2006) pondera acerca disso:

Destaca-se a importância da habilidade em apresentar e explicar a estrutura conceitual do conteúdo de maneira clara e precisa, em um nível adequado à estrutura cognitiva do aluno, manipulando de maneira eficaz as variáveis que afetam a aprendizagem (MOREIRA, 2006, p. 180).

A SEI traz uma proposta que possibilita ao professor acompanhar os fatores que influenciam no processo, podendo intervir para que os resultados de aprendizagem sejam alcançados de forma lógica.

Segundo Moreira, existem quatro fatores que devem ser considerados pelo professor com o intuito de que possa potencializar sua atividade em sala de aula, criando condições para desenvolver a aprendizagem significativa. São eles:

Identificar a estrutura conceitual e proposicional da matéria de ensino, isto é, identificar os conceitos e princípios unificadores, inclusivos, com maior poder explanatório e propriedades integradoras, e organizá-los hierarquicamente. 2. Identificar quais os subsunçores (conceitos, proposições, ideias claras, precisas, estáveis) relevantes à aprendizagem do conteúdo a ser ensinado, que o aluno deveria ter em sua estrutura cognitiva para poder aprender significativamente este conteúdo. 3. Diagnosticar aquilo que o aluno já sabe; determinar os subsunçores especificamente relevantes (previamente identificados ao “mapear” e organizar a matéria de ensino), quais os que estão disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. 4. Ensinar utilizando recursos e princípios que facilitem a aquisição da estrutura conceitual da matéria de ensino de uma maneira significativa. A tarefa do professor aqui é de auxiliar o

aluno a assimilar a estrutura da matéria de ensino e organizar sua própria estrutura cognitiva nessa área de conhecimentos, por meio da aquisição de significados claros, estáveis e transferíveis (MOREIRA, 2006, p. 171).

Na estruturação da SEI, esses pontos foram observados e contemplados. Quando foi pensado no tema “alimento”, e, mais especificamente, “café e pão”, considerou-se o poder de inclusão e propriedade unificadora que esses temas apresentam. Os subsunçores foram colocados a partir dos questionamentos sobre os conhecimentos que os alunos têm em suas estruturas cognitivas. Com os diálogos estabelecidos, o professor vai conseguindo descobrir e estabelecer outros subsunçores.

Em todas as oficinas que compõem a SEI foram articulados recursos pedagógicos que facilitam a aquisição da estrutura conceitual dos assuntos trabalhados de forma significativa. Durante todo o processo de aprendizagem, estruturado para ser desenvolvido pela SEI, o professor consegue auxiliar o aluno a organizar sua própria estrutura cognitiva por meio de significados claros.

As condições *sine qua non* definidas por Ausubel como indispensáveis de serem observadas são: a relação das ideias de forma substantiva ao que o aluno já sabe; a natureza cognitiva do aprendiz e do material utilizado, e a motivação do aprendiz. Tais condições foram consideradas por potencializarem cognitivamente a estrutura da mente do aluno para que se alcance a aprendizagem significativa.

As três condições foram analisadas e trabalhadas para serem alcançadas de forma lógica; no caso, a terceira está diretamente ligada ao aluno, uma vez que motivação é algo de dentro para fora. Quando são trazidas propostas que atraem a sua atenção dentro daquilo que ele conhece e que faz parte de seu dia a dia, que o colocam como agente de construção de seu próprio conhecimento e que possibilitam observar e analisar os conceitos para a compreensão dos fenômenos, levantando hipóteses e buscando a confirmação de cada um, criam um ambiente de interação entre ele o fenômeno que traz intimidade e relacionamento. Essas experiências despertam o espírito investigativo e impulsionam o aluno a um comportamento curioso diante do fenômeno observado.

As oficinas da SEI podem proporcionar a aprendizagem mecânica de conceitos que os alunos ainda não têm nenhum conhecimento adquirido, ou seja, não há subsunçores na estrutura cognitiva do aluno para a ancoragem da nova informação, como: fórmulas estruturais e moleculares, símbolos e representações de elementos químicos. Essa aprendizagem mecânica é extremamente importante para outros

conhecimentos que virão, haja vista que servirá como conexão para as ligações lógicas que precisam ser estabelecidas em outros momentos de aprendizagem significativa que acontecerão.

A aprendizagem significativa acontece quando se fala sobre misturas, trazendo o exemplo na preparação de café e na produção do pão. Na experimentação que trabalha os processos de separação de misturas, transformações químicas, fermentação, influência da temperatura e o efeito da concentração na velocidade das reações químicas, os alunos conectam esses conhecimentos a partir das visualizações, observações e diálogos que estabelecem entre os fenômenos que estão trabalhando com subsunçores já organizados e estruturados em sua mente.

As experiências sensoriais que o aluno vivencia com cada oficina dá condições de que ele organize a estrutura hierárquica dos conceitos que estão sendo produzidos de forma lógica e significativa.

Os conhecimentos que os alunos já têm acerca da preparação do café e da produção de pão funciona como pseudo-organizadores prévios, visto que abrem a possibilidade de uma discussão geral sobre temas de Química no contexto diário. Aquela conversa inicial que o professor estabelece destacando aspectos dentro da rotina cotidiana do aluno, acerca do assunto que será abordado, proporciona um ambiente para as relações de sentido necessárias nesse momento introdutório. O texto e o poema das oficinas que iniciam cada tema funcionam como organizadores prévios, destacando aspectos específicos sobre os assuntos tratados.

Durante as atividades da SEI, as aprendizagens classificadas são por Ausubel pela forma como são processadas: por descoberta e por recepção também acontecem no processo. Na primeira, o aluno busca o conhecimento em cada etapa de construção do conhecimento em que está se relacionando com o problema e o fenômeno e está buscando suas próprias respostas.

Na segunda, quando o conhecimento é apresentado pronto, o que acontece no caso do livro e da aula expositiva. Desse modo, não representa que o aluno não esteja no centro do processo de aprendizagem e interagindo com o conhecimento, contudo, de uma maneira diferente da anterior.

De acordo com a classificação em tipos de aprendizagem definidas por Ausubel, a proposta pedagógica desenvolve os três tipos de aprendizagem, desde a representacional, que é a mais simples e serve de base para as outras, como a de

conceitos, correspondendo a uma forma da representacional, que traduz as abstrações relacionadas ao que se está estudando.

A aprendizagem proposicional acontece por meio da aquisição de ideias em forma de proposições. Por exemplo: aprendizagem representacional – os símbolos que representam o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) e a água ( $\text{H}_2\text{O}$ ); conceitual – o conceito das substâncias bicarbonato de sódio e água; e proposicional – a transformação que acontece com o bicarbonato na presença de água.

Ausubel utiliza em sua teoria o termo Assimilação, ou melhor, “Teoria da assimilação”, mesmo termo utilizado por Piaget com significado bem diferente. Para Piaget, é o primeiro estágio do desenvolvimento em que a realidade ainda não é alterada; para Ausubel, acontece assimilação quando um conceito potencialmente significativo é assimilado sobre uma ideia ou conceito mais inclusivo que já existe na estrutura cognitiva do aluno, gerando um produto interacional, ou melhor, um subsunçor modificado significativamente.

No caso da SEI, há um trabalho com temas inclusivos que assimilam potencialmente conceitos novos. Os conhecimentos prévios dos alunos sobre preparação de café e produção de pão são a âncora para o que será construído no processo, resultando um conhecimento científico chamado por Ausubel de complexo ideacional, o subsunçor modificado, a ideia que serve como âncora é modificada. Ou seja, o conhecimento leigo que os alunos tinham sobre preparação de café e produção de pão agora é caracterizado por um teor científico.

A forma como a aprendizagem pode ser trabalhada nas oficinas que compõem a SEI possibilita ao aluno essa ligação lógica de conteúdos que já conhece, só que agora será de maneira científica, identificando como os fenômenos estão acontecendo não mais de forma leiga ou superficial, mas, com um olhar diferenciado, mais maduro, mais consistente.

#### *6.5.4 Segundo Paulo Freire*

Pensar a educação pela ótica de Paulo Freire é pensá-la como prática da liberdade. É compreender que é o instrumento de transformação e emancipação do indivíduo, buscando na educação a forma de diminuir as desigualdades sociais existentes no Brasil e oportunizando uma perspectiva de vida para o aluno fazer uma reflexão interna de si mesmo, e externa de seu contexto de vida, da realidade que

enfrenta e da forma de vida das pessoas à sua volta. É construir na mente do aluno a compreensão de que ele pode ser o agente construtor do seu conhecimento, e não um mero receptor do que está posto, criando possibilidades para que esse aluno possa perceber como uma parte do todo e entender o seu valor. a partir de seu próprio conhecimento de mundo e das reflexões de como poderia mudá-lo, e poderá perceber a força da educação que liberta e que abre horizontes.

As concepções de Paulo Freire são de que a construção do pensamento pode acontecer de maneira empírica, descobrindo o movimento de contradições existente na sociedade, e de que a educação pode ser construída de forma a não perpetuar esse legado de mecanicismo e de formação de caracteres passivos.

Compreender a dimensão da educação pela concepção de Paulo Freire é buscar alternativas de práticas educativas que sempre coloquem o aluno em um nível maior de pensamento. Paulo Freire colocava o aluno em contato direto com sua realidade e o provocava a refletir sobre ela.

A partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e de estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai ele dinamizando o seu mundo. Vai dominando a realidade. Vai humanizando-a. Vai acrescentando a ela algo de que ele mesmo é o fazedor. Vai temporalizando os espaços geográficos. Faz cultura. E é ainda o jogo destas relações do homem com o mundo e do homem com os homens, desafiado e respondendo ao desafio, alterando, criando, que não permite a imobilidade, a não ser em termos de relativa preponderância, nem das sociedades nem das culturas. E, na medida em que cria, recria e decide, vão se conformando as épocas históricas. É também criando, recriando e decidindo que o homem deve participar destas épocas (FREIRE, 1997, p. 50).

Uma forma de perceber o mundo a partir de si mesmo para aprender a falar a sua palavra, a construir os seus conceitos, a perceber e compreender a sua realidade. As concepções de Paulo Freire conseguem promover a libertação da opressão intelectual a partir do momento que cada indivíduo pode olhar para dentro de si mesmo e encontrar a humanidade perdida pela sociedade.

A forma de Paulo Freire pensar a educação se constitui a partir da ótica de um oprimido, da sensibilidade de quem estava sendo manobrado por uma educação bancária, de transferência, de depósito que conseguiu entender a complexidade da força da opressão e de como ela maltrata, e até mesmo mata a humanidade durante o processo. Paulo Freire viveu isso e, a partir de sua experiência, projetou seu método de trabalho e sua proposta educacional.

A educação problematizadora de Paulo Freire traz uma proposta de aprendizado por meio do desvelamento do contexto social; o aluno olha para sua realidade, traz temas, desses temas surgem as palavras geradoras que vão fazer o desdobramento da problematização crítica de toda uma situação social, cultural e histórica.

Segundo Freire,

A visão da liberdade tem nesta pedagogia uma posição de relevo. É a matriz que atribui sentido a uma prática educativa que só pode alcançar efetividade e eficácia na medida da participação livre e crítica dos educandos. É um dos princípios essenciais para a estruturação do círculo de cultura, unidade de ensino que substitui a “escola”, autoritária por estrutura e tradição. Busca-se no círculo de cultura, peça fundamental no movimento de educação popular, reunir um coordenador a algumas dezenas de homens do povo no trabalho comum pela conquista da linguagem (FREIRE, 1997, p. 11).

A proposta é uma quebra de paradigma, enquanto a educação tradicional traz uma educação massificadora e alienante, Freire coloca no círculo de conversa para o diálogo, a possibilidade da discussão reflexiva de temas do cotidiano do aluno, oportunizando olhar com sensibilidade as questões essenciais ao seu crescimento humano.

Paulo Freire estabelece princípios indelegáveis, um deles é de que alfabetização e conscientização são inseparáveis e que só há alfabetização se for para a conscientização. Segundo Freire, “eis aí um princípio essencial: a alfabetização e a conscientização jamais se separam. Princípio que, de nenhum modo, necessita limitar-se à alfabetização, pois tem vigência para todo e qualquer tipo de aprendizado” (FREIRE, 1997, p. 32).

Para Freire, a educação como prática da liberdade forma um cidadão consciente dessa contradição histórica da sociedade que, a partir de sua própria crítica constrói-se tomando consciência do real, e como tal percebe-se como agente de transformação, humanizando-se e humanizando o mundo nesse processo.

Uma proposta pedagógica articulada com as concepções de Paulo Freire reflete a possibilidade da formação de um cidadão político, reflexivo e crítico. No campo das ciências da natureza/Química, é possível desenvolver o conhecimento químico para uma postura política no campo científico, utilizando a ciência de forma mais humanizada.

Nas oficinas, o aluno é colocado em um lugar de inquietações e de instigações diante dos fenômenos expostos, em que por meio da observação e do relacionamento que estabelece como fenômeno, desenvolve seu pensamento emancipador. Um lugar de

provocação em que o aluno é instigado a compreender o que está acontecendo, a construir sua visão a esse respeito e levantar argumentos para justificá-lo.

O aluno é colocado em uma posição de agir, de tomar consciência de que pode interferir na realidade por meio do conhecimento, conhecendo a matéria, a natureza, seus fenômenos e transformações. O aluno passa a construir suas próprias impressões e usá-las como ferramenta para se posicionar socialmente e fazer suas inferências.

Dentre as contribuições de Freire destacam-se a problematização e a dialogicidade. A SEI é toda organizada dentro dessa perspectiva, em que a problematização é caracterizada por um processo de desestabilização do educando, e sua experiência de vida deve ser o ponto de partida de sua aprendizagem, considerando que seu contexto de vida é apreendido e modificado.

A dialogicidade é focada na interlocução entre professor e aluno, contudo, num diálogo diretivo que permite ao aluno ter compreensão do seu pensar em relação ao seu conhecimento prévio, superando sua situação de oprimido, entendendo o processo educativo como prática da liberdade.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

*O mais importante da investigação não é o seu fim, mas o caminho trilhado.*

(Anna Maria Carvalho)

Na busca pela compreensão do processo de ensino-aprendizagem com o intuito de produzir uma aprendizagem que desenvolva competências na área de Química e que trabalhe o conhecimento científico para torná-lo usual na vida do aluno. Dessa forma, nos propusemos a organizar uma proposta pedagógica que possibilitasse ao professor acompanhar a construção do conhecimento com um olhar apurado de forma global sobre como essa aprendizagem acontece em sala de aula e quais fatores que interferem são essenciais para serem observados e acompanhados.

É certo que o primeiro grande passo desta pesquisa foi a reflexão sobre a ação pedagógica, de como devemos planejar as aulas, quais práticas pedagógicas devem ser utilizadas em determinado momento, como é estabelecida a dinâmica de sala de aula, e a busca pela compreensão do que realmente faz diferença ao ensinar a Química, para que durante todo o processo haja uma construção lógica e significativa do conhecimento.

Compreendemos o docente com uma visão de que a educação não pode servir como instrumento de adequação ou mesmo de subserviência ao capitalismo, visto que o sujeito não pode servir ao objeto, e, sim, o contrário, faz toda a diferença em sala de aula. A educação não pode valer para manter a ordem social vigente e firmar a transferência de um conhecimento determinado pelo poder político estabelecido. Deve servir para o homem como uma escada que o faça crescer e ampliar seus horizontes, tornando-o mais humano, compreendendo que o poder também está nele e que, ao apropriar-se de conhecimento, ele tem a possibilidade de contribuir para um mundo menos desigual.

Seguidos de muitos momentos de reflexão sobre a prática docente e as ferramentas pedagógicas, começamos os movimentos de pesquisa sobre os Teóricos do ensino e da aprendizagem que organizaram suas concepções a partir do seu campo de olhar e de experiência, como forma de estruturar a ação docente munida de informações que contemplem a complexidade da sala de aula e da produção do conhecimento.

A partir da análise dos elementos que são apontados por cada autor pesquisado, conseguimos pensar em uma proposta pedagógica que trouxesse o entendimento dos

elementos que interferem no meio em que acontece a aprendizagem, possibilitando uma visão ampla de como o conhecimento químico vai sendo construído, de como a mente do aluno vai conectando os conceitos e estabelecendo as relações de significação, e de como o aluno vai se apropriando da ciência e constituindo-a como ferramenta social e cultural na sua formação cidadã.

Chegamos a uma forma de trabalho experimental que traz elementos indicadores para referenciar o desenvolvimento de uma aprendizagem efetiva. Essa efetividade na perspectiva de um desenvolvimento ocorre de forma significativo, sociointeracionista e problematizador, considerando esse olhar holístico como busca de uma aprendizagem que promova a formação integral do aluno, e que vá além do que está proposto.

Com isso, aproximamos teóricos tanto do campo do ensino como da aprendizagem para contemplar a complexidade do fenômeno que se constrói nas salas de aula de Química. Os referidos teóricos complementaram-se epistemologicamente trazendo uma riqueza científica e possibilitando ao professor a compreensão sensível sob os olhares de cada autor.

Os autores caminham juntos durante todo o processo de ensino-aprendizagem e suas concepções trazem um olhar holístico e afinado ao processo. A escolha por uma Sequência de Ensino Investigativa é muito condizente com a proposta de uma construção processual do conhecimento assim como pensado por Vygotsky em sua teoria.

A organização dos experimentos possibilita que a observação e a construção do conhecimento da Química sejam desenvolvidas por investigação e a partir de suas três abordagens: fenomenológica, teórica e representacional, favorecendo ao aluno um entendimento integral dos assuntos abordados.

A forma como as atividades foram organizadas por problematização, colocando o aluno no centro do processo de aprendizagem, aproxima Piaget, Vygotsky e Freire trazendo a perspectiva de cada autor para somar olhares científicos sobre o que está interferindo no alcance dos resultados.

O uso dos conhecimentos prévios e a ancoragem dos novos conhecimentos a conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno estão sob os olhares de Ausubel e Freire. O contexto social de interação é confirmado nas concepções de Piaget, Vygotsky e Freire; e a concepção de que o aluno é uma construção social e cultural é concebida a partir das perspectivas de Vygotsky e Freire.

A proposta pedagógica coloca o aluno em um lugar social de agente de construção do conhecimento e diálogo, para compartilhar e enriquecer seus saberes, cria possibilidades de uma nova forma de apreender o mundo, que muda sua maneira de se relacionar com o real, e o projeta para um novo ambiente de historicização daquela ligação na construção dele próprio. Uma aprendizagem problematizadora que em todo o momento provoca a desequilíbrio da estrutura cognitiva para impulsionar o pensamento em busca da construção do conhecimento, como, também, desloca o aluno de uma posição passiva para uma posição ativa no processo de reflexão e diálogo.

Percebemos que os autores participam de todo o processo de ensino-aprendizagem e que, de maneira muito harmônica, vão imprimindo suas contribuições e trazendo informações relevantes, possibilitando, assim, o desenvolvimento do ensino e a construção da aprendizagem em que o conhecimento químico é produzido como uma ferramenta sociocultural contextualizada à vida do aluno.

Finalizamos esta pesquisa compreendendo que esta Sequência de Ensino Investigativa é mais uma contribuição no campo da pesquisa em Educação na área da Ciência/Química, e desejamos que seja uma ponte para outras que virão, na busca da concretização de propostas pedagógicas que concebam uma aprendizagem que forma o aluno para a vida e não apenas molde o seu pensamento para a lógica do capitalismo.

## REFERÊNCIAS

AFONSO, A. J. Mudanças no Estado-avaliador: comparativismo internacional e teoria da modernização revisitada. **Revista Brasileira de Educação**, v. 18 n. 53 abr.- jun. 2013. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782013000200002&script=sci\\_abstract&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-24782013000200002&script=sci_abstract&tlng=pt). Acesso em: 20 fev. 2020.

AUSUBEL, D. P. **A aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Moraes, 1982.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa, Plátano. Edições Técnicas. Tradução ao português de Lígia Teopisto, do original *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*, 2006.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: a cognitive view**. 2. ed. New York: Holt, Rinehart & Winston. 1979.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. E HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Trad. de Eva Nick et al. Rio: Interamericana, 1980.625 p.

BESSA, V. da H. **Teorias da aprendizagem**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008, 204 p.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: <https://www.basencional.comum.mec.br>. Acesso em: 02 jul. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes e Bases para a Educação Nacional nº 9.394/1996**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19394.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19394.htm). Acesso em: 21 jan. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília, DF: MEC, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/expansao-da-rede-federal/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211>. Acesso em: 03 jul. 2018.

CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2020, 152 p.

COLL, C. **Marc Curricular per a l' Ensenyament Obligatori**. Barcelona. Dep.de Ensenança de la Generalitat de Catalunã.

CURY, C. R. J. **Educação e contradição: elementos metodológicos para uma teoria crítica do fenômeno educativo**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2000.

DAL COLETO, A. P. **A atuação de professores nas séries iniciais do ensino fundamental como facilitadores das interações sociais nas atividades de conhecimento físico**. Dissertação de mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. Campinas, São Paulo, 2007.

DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a concepção freiriana de educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.

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

DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: Pietrocola, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora**. Florianópolis: UFSC, p. 125-150, 2005.

DICIO. **Aprendizagem**. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/aprendizagem/>. Acesso em: 19 jan. 2020.

FERREIRA, A. **Dicionário da Língua Portuguesa**. 2018. Disponível em: <https://dicionariodoaurelio.com>. Acesso em: 13 ago. 2018.

FREIRE, P. **A importância do Ato de Ler: três artigos que se completam**. São Paulo: Cortez, 1989.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes necessários à prática educativa**. 33. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2007.

FREIRE, P. **Pedagogia da Esperança**. 13. ed. São Paulo: Paz e Terra, 2006.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 18. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

FREIRE, P. **Professora sim, tia não: cartas a quem ousa ensinar**. São Paulo: Olho D'Água, 1997.

GADOTTI, M. Prólogo: *El proyecto utópico* de Freire. In: LENS, J. L. **Paulo Freire: sua práxis pedagógica como sistema**. Buenos Aires, Argentina: Yagüe Ediciones, 2001.

JOHNSTONE, A. H. Chemical education research in Glasgow in perspective. **Chemistry Education Research and Practice**, v.7, n.2, p.49-63, 2006. Disponível em: <[http://www.rsc.org/images/AHJ%20overview%20final\\_tcm18-52107.pdf](http://www.rsc.org/images/AHJ%20overview%20final_tcm18-52107.pdf)>. Acesso em: 04 nov. 2020.

JOHNSTONE, A. H. Macro and Microchemistry. **The School Science Review**, v. 64, n. 227, p. 377-379, 1982.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. de A. **Metodologia do trabalho científico: procedimentos básicos, pesquisa bibliográfica, projeto, relatório, publicações e trabalhos científicos**. 3ª. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

LOPES, A.; CAVALCANTE, M. A. da S.; OLIVEIRA, D. A.; HYPÓLITO, A. M. (Orgs.). **Trabalho Docente e Formação: Políticas, Práticas e Investigação: Pontes para a mudança**. Edição: CIIE - Centro de Investigação e Intervenção Educativas, janeiro 2014.

MACHADO, A. H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014, 200 p.

MEDEIROS, C. E. **Ensino de Química: superando obstáculos epistemológicos**. 1. ed. Curitiba: Appris, 2016, 83 p.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa crítica. Versão revisada e estendida de conferência proferida**. In: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA, 3., Lisboa (Peniche), 11 a 15 de setembro de 2000. **Atas [...]**, pp. 33-45, com o título original de **Aprendizagem significativa subversiva**. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigcritport.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2018.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. ampl – [Reimpr.]. São Paulo: E.P.U., 2018.

NOVAK, J. D. **Uma teoria de educação**. São Paulo: Pioneira, 1981. 252 p. Tradução de M. A. Moreira do original *A theory of Education*, Cornell University Press, 1977.

OCDE. Organização para o Desenvolvimento Econômico. **Estudos da OCDE sobre competências - Competências para o progresso social: o poder das competências socioemocionais**. Fundação Santillana, 2015. Disponível em: <https://www.opee.com.br/competencias-para-o-progresso-social/>. Acesso em: 15 nov. 2019.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1997.

PEDASTE, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., Jong, T., Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., ... & Tsourlidaki, E. (2015). **Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle**. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

PIAGET, J. **Ensaio de lógica operatória**. 1. ed. 1949. trad. M. A. V. de Almeida. Porto Alegre, EDUSP/Globo, 1976.

PIAGET, J. **Études sociologiques**. Genève, Droz, 1965

PIAGET, J. **O desenvolvimento do pensamento: equilíbrio das estruturas cognitivas**. Lisboa: Dom Quixote, 1977.

PIAGET, J. **O juízo moral na criança**. Tradução Elzon L. 2. ed. São Paulo: Summus, 1994.

PIAGET. **Para onde vai a educação?** Tradução de Ivete Braga. 14. ed. Rio de Janeiro: José Olympio, 1998.

PIAGET. **La pédagogie moderne**. Gazette de Lausanne et Journal Suisse, Lausanne, v. 152, n.º 63, p. 10, 1949b.

PIAGET, J., INHELDER, B. **O desenvolvimento das quantidades físicas na criança**. Rio de Janeiro: Zahar, 1971.

ROMAN, M. D. Neoliberalismo, política educacional e ideologia: as ilusões da neutralidade da pedagogia como técnica. **Psicologia USP**, São Paulo, v.10, n. 2, 1999. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65641999000200011&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-65641999000200011&script=sci_arttext&tlng=pt). Acesso em: 30 mar. 2020.

SILVA, M. H. da. **Saberes docentes e formação continuada**: concepções de docentes formadores atuantes em curso na modalidade à distância. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática e Tecnologia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/13061>. Acesso em: 10 jul. 2018.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Organizadores Michael Cole. *et al.* Tradução José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 7. ed., São Paulo: Martins Fontes, 2007.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VYGOTSKY, L. S. **Psicologia pedagógica**. São Paulo: Martins Fontes, 2004.

VYGOTSKII, L. S. Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar. *In*: VIGOTSKII, L. S.; LURIA, A. R.; LEONTIEV, A. N. **Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem**. 7. ed. São Paulo: Ícone, 2001. p. 103-119.

VYGOTSKY, L. S. **Obras Escogidas III**: Problemas del desarrollo dela psique. Vol. III. Madrid: Visor, 1995.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. Tradução Jefferson Luiz Camargo; revisão técnica José Cipolla Nelo. 4. ed., São Paulo: Martins Fontes, 2008.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

**ANEXOS**

## ANEXO I

### “A LENDA DO CAFÉ”

Não há evidências reais sobre a descoberta do café, mas há muitas lendas que relatam sua possível origem. Uma das mais aceitas e divulgadas é a do pastor Kaldi, que viveu na Absínia, hoje Etiópia, há cerca de mil anos. Ela conta que Kaldi, observando suas cabras, notou que elas ficavam alegres e saltitantes e que esta energia extra se evidenciava sempre que mastigavam os frutos de coloração amarelo avermelhada dos arbustos em alguns campos de pastoreio.

O pastor notou que as frutas eram fontes de alegria e motivação, e somente com a ajuda delas o rebanho conseguia caminhar por vários quilômetros por subidas infindáveis.

Kaldi comentou sobre o comportamento dos animais a um monge da região, que decidiu experimentar o poder dos frutos. O monge apanhou um pouco das frutas e levou consigo até o monastério. Ele começou a utilizar os frutos na forma de infusão, percebendo que a bebida o ajudava a resistir ao sono enquanto orava ou em suas longas horas de leituras do breviário. Esta descoberta se espalhou rapidamente entre os monastérios, criando uma demanda pela bebida. As evidências mostram que o café foi cultivado pela primeira vez em monastérios islâmicos do Yemen.

### QUESTIONÁRIO

- 1) Com o grão do café é possível fazer uma bebida apreciada por muitas pessoas no mundo todo. Na sua opinião, o que faz essa bebida ser consumida por muitas pessoas todos os dias?
- 2) Você é um consumidor de café? Em caso positivo, o que você mais gosta nessa bebida? Em caso negativo, o que você menos gosta?

**ANEXO II****POEMA: PÃO PARA TODA OBRA**

De manhã bem cedinho  
Ao fim da tarde, outra vez  
Sobre a mesa, já adivinho  
Aliado ao cafezinho  
Eis o modesto pão francês

Mas basta parti-lo ao meio:  
Manteiga, geléia, presunto...  
Que quando o tema é o recheio  
Não se esgota o assunto  
Pois para ser tão bem quisto  
Tem o pão razão de sobra  
Hot dog, hambúrguer, misto  
É pão para toda obra!

Com o pão é sempre assim:  
Ao Lavoisier nunca escapa  
Pão murcho vira pudim  
Pão duro vira torrada  
E diga-se, ainda, à clientela:  
Que com ovo, açúcar e canela  
Faz-se uma bela rabanada!

E quem estiver de dieta  
Atente-se a este consolo:  
Para alcançar a sua meta  
Entre pão, biscoito e bolo  
O pão é a escolha certa  
Pois é só retirar o miolo  
E manter o corpo de atleta!

Mas não apenas de energia  
Nos garante o nosso pão  
Quando o assunto é poesia  
O pão nosso de cada dia  
Também é fonte de inspiração

Autora: Carolina Hermsdorff

## QUESTIONÁRIO

- 1) O pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo. Em sua opinião, o que faz o pão ser tão apreciado e consumido assim?
- 2) Você é um consumidor de pão? Em caso positivo, o que você mais gosta nesse alimento? Em caso negativo, o que você menos gosta?



**SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA PARA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA NA ÁREA DE QUÍMICA: UMA CONTEXTUALIZAÇÃO COM  
ALIMENTOS**

**Jane da Paz Pontes Souza**  
**Albiane Oliveira Gomes**

**A QUÍMICA DO CAFÉ E DO PÃO: vamos tomar um café com pão quentinho?**

**Figura 01 - Café.**



Fonte: Da autora, 2021.

São Luís

2021

**Jane da Paz Pontes Souza**

**Albiane Oliveira Gomes**

**A QUÍMICA DO CAFÉ E DO PÃO:** vamos tomar um café com pão quentinho?

São Luís

2021

Souza, Jane da Paz Pontes.

A química do café e do pão: vamos tomar um café com pão quentinho? [recurso eletrônico] / Jane da Paz Pontes Souza, Albiane Oliveira Gomes. – São Luís: [s. n], 2021.

60 p.: il. color.

A obra em formato digital constitui-se produto do Mestrado Profissional em Educação, da Universidade Estadual do Maranhão.

Inclui bibliografia e apêndices.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Café .....	1
Figura 02 - Corte longitudinal de um grão de café .....	14
Figura 03 - Representação estrutural química do café .....	15
Figura 04 - Modelo de destilador produzido com material reutilizado .....	24
Figura 05 - Preparação do café .....	27
Figura 06 - Filtração simples .....	27
Figura 07 - Processo de Destilação .....	28
Figura 08 - Processo de Ebulição .....	29
Figura 09 - Representação das moléculas de Gliadina e Glutenina .....	32
Figura 10 - Representação estrutural da cadeia carbônica da molécula de Glúten .....	33
Figura 11 - Efeito da temperatura na velocidade da reação .....	43
Figura 12 - Velocidade das reações .....	44
Figura 13 - Efeito da concentração na velocidade da reação .....	46
Figura 14 - Demonstração da velocidade com as diferentes concentrações.....	47
Figura 15 - Demonstração da densidade do pão.....	49
Figura 16 - Colocando a mão na massa .....	53

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Conteúdo nutricional em 100g de café em pó torrado .....	15
---	----

## APRESENTAÇÃO

Esta obra é destinada a professores de Ciências/Química da Educação Básica, atuantes ou em formação. Oriunda da pesquisa de dissertação do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Educação realizado na Universidade Estadual do Maranhão, intitulada “Sequência de Ensino Investigativa para a aprendizagem significativa na área de Química: uma contextualização com alimentos”, ela partiu do interesse e da preocupação com o processo de desenvolvimento da aprendizagem nas salas de aula de Química.

Trata-se de Oficinas-Pedagógicas, de grande relevância no Ensino de Ciências, no âmbito das Sequência de Ensino Investigativa (SEI), uma abordagem pedagógica que envolve reflexões e apontamentos sobre o aprendizado de conceitos de Ciências, procedimentos e atitudes, preconizando o protagonismo dos alunos e apontando para teóricos na contextualização de um ambiente de aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizador, que possibilita ao trabalho docente uma visão ampla de todo o processo de ensino-aprendizagem. A SEI está referenciada teoricamente em autores que fundamentam: as sequências de atividades como instrumentos pedagógicos eficientes, como Zabala (1998); o ensino de Química compreendendo as abordagens fenomenológica, teórica e representacional, segundo Machado (2014); o ensino de Química por investigação, definido por Carvalho (2020); e com os teóricos do desenvolvimento cognitivo e da aprendizagem: Jean William Fritz Piaget, Lev Semenovitch Vygotsky, David Paul Ausubel e Paulo Reglus Neves Freire.

A SEI apresenta estratégias pedagógicas para o ensino a partir da criação de um ambiente investigativo e dinâmico para a construção dos conteúdos científicos e suas significações. As atividades experimentais investigativas foram elaboradas por meio de consultas à literatura e adoção de referenciais sobre os temas propostos e constituem uma unidade didática composta ao todo por 6 (seis) aulas, sendo 3 (três) com o tema “Café”, e 3 (três) com o tema “Pão”.

Esperamos que os resultados desta pesquisa possam contribuir para que seu trabalho como professor de Química seja realizado a partir de uma visão geral de como vão se constituindo os conhecimentos, possibilitando que a aprendizagem dos alunos se efetive de maneira participativa, consistente e lógica.

Desejamos um excelente trabalho aos nossos pares e que nossas reflexões contribuam com o sucesso do ensino-aprendizagem nas suas salas de aula de Química, em que atuem como mediadores dessa tão bela, importante e essencial Ciência.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>11</b>
<b>3 PROPÓSITOS PARA TRABALHAR COM A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA</b> .....	<b>12</b>
<b>4 VAMOS FAZER UM CAFÉ E COMPREENDER ALGUNS CONTEÚDOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS?</b> .....	<b>13</b>
<b>4.1 Estrutura do fruto do café</b> .....	<b>13</b>
<b>4.2 Composição química do café</b> .....	<b>14</b>
<b>4.3 O café como bebida</b> .....	<b>15</b>
<b>4.4 A borra do café</b> .....	<b>16</b>
<b>4.5 O café e os conteúdos de Química no ensino médio</b> .....	<b>16</b>
<b>5 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “CAFÉ É SEMPRE UMA BOA IDEIA”</b> .....	<b>18</b>
<b>5.1 Oficina de ensino n.º 01: “A Química do café”</b> .....	<b>18</b>
<b>5.2 Oficina de ensino n.º 02: “Construindo um sistema de destilação”</b> .....	<b>19</b>
<b>5.3 Oficina de ensino n.º 03: “Misturas e Separação de misturas</b> .....	<b>24</b>
<b>6 VAMOS COLOCAR A MÃO NA MASSA E COMPREENDER CONTEÚDOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS?</b> .....	<b>31</b>
<b>6.1 A Química do pão nosso de cada dia</b> .....	<b>31</b>
<b>6.2 Primeira etapa de preparo do pão: o amassamento</b> .....	<b>31</b>
<b>6.3 Segunda etapa de preparo do pão: o crescimento</b> .....	<b>34</b>
<b>6.4 Terceira etapa de preparo do pão: o cozimento</b> .....	<b>35</b>
<b>6.5 O preparo de pão e os conteúdos de Química no ensino médio</b> .....	<b>36</b>
<b>7 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “O PÃO NOSSO DE CADA DIA”</b> ...	<b>37</b>
<b>7.1 Oficina de ensino n.º 04: A Químicas do pão</b> .....	<b>37</b>

<b>7.2 Oficina de ensino n.º 05: Variáveis que interferem nas Transformações Químicas no preparo do pão .....</b>	<b>41</b>
<b>7.3 Oficina n.º 06: Colocando a mão na massa .....</b>	<b>50</b>
<b>8 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>59</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>60</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências/Química tem acontecido em nossas escolas ainda em uma realidade diferente da ideal, por estar contextualizado em uma série de dificuldades que impossibilitam o ambiente de sala de aula estar alinhado a um número em potencial de possibilidades de construção do conhecimento e do desenvolvimento de habilidades e atitudes tão necessárias para a formação cidadã.

Dentre as dificuldades vivenciadas, podemos apontar para: atividades com pouca ou nenhuma experimentação, muitas vezes, por não haver um laboratório adequado na escola; o pouco relacionamento da Química com a vida cotidiana do aluno; e ênfase à memorização de conteúdos químicos, o que provoca um processo de ensino-aprendizagem fragilizado e desconexo com a proposta de formação para a vida e de constituição da Química como ferramenta social.

As atividades experimentais fazem parte de um currículo de ensino de Química que contempla uma formação integral e, portanto, devem ser trabalhadas de maneira a desenvolver o raciocínio do aluno na construção e/ou reconstrução de conceitos, na compreensão dos fenômenos naturais e na sua significação dos saberes com o mundo em que vive.

Pensando em uma proposta que pode ser trabalhada em um espaço informal da escola, no caso, a cozinha, com materiais do cotidiano, na sala de aula ou mesmo no laboratório da escola, apresentamos a Sequência de Ensino Investigativa com o tema “A QUÍMICA DO CAFÉ E DO PÃO: vamos tomar um café com pão quentinho?” a fim de trabalhar o ensino de Química por meio do preparo de um lanche muito comum no Brasil, o famoso café com pão.

A escolha por esse tema com alimentos e, de forma específica, o café com pão, levou em consideração o fato de ser algo presente na cultura social do aluno e de fazer parte do seu contexto diário.

Essa estratégia viabiliza um momento em que, antes de saborear essa deliciosa bebida tão conhecida internacionalmente com um gostoso pão quentinho, pode possibilitar ao aluno compreender que a Química acontece em todo lugar e muito próxima a ele. Desse modo, será possível demonstrar que o ensino de Química pode ser construído de forma prazerosa e com muitos significados.

A proposta desta Sequência de Ensino Investigativa é criar alternativas que contribuam para a natureza pedagógica da experimentação, de maneira simples, porém, amplamente significativa e lógica para a vida do aluno.

Uma das combinações mais utilizadas no Brasil, o café com pão, está presente na maioria das mesas por todo o país; sendo uma das opções para a primeira refeição do dia, surgindo também no lanche e no jantar no cardápio de muitos lares em todo o país.

As experimentações com esses alimentos podem ser utilizadas para trabalhar conteúdos nas três séries do Ensino Médio. Contudo, esta sequência investigativa estará direcionada aos conteúdos da primeira série, permitindo que o professor cite os demais temas das outras séries alcançadas por essa temática, até mesmo para que o aluno tenha um entendimento da amplitude de assuntos da Química que podem ser trabalhados com essa receita.

Além disso, esses temas têm um alcance social, cultural, histórico, ambiental e científico que pode ser apresentado pelo professor, ao longo dos diálogos estabelecidos, a fim de que o aluno compreenda toda a complexidade e o contexto relacionados ao tema.

Posto isso, vamos refletir: Qual a Química presente em cada item desses? Quais processos acontecem durante seu preparo? Vamos ver agora um pouco mais sobre esses dois companheiros que fazem parte da alimentação do nosso dia a dia, conhecendo desde sua composição até os conteúdos de Química relacionados a cada um deles.

## 2 JUSTIFICATIVA

O interesse pelo objeto de pesquisa surgiu a partir da observação da dinâmica da sala de aula e dos fatores que estão envolvidos nela. Como tanto a dinâmica, como os fatores interferem diretamente no processo de aprendizagem dos alunos na disciplina de Química, compreendermos como esse processo é construído, nos possibilita vencer as dificuldades que acontecem em relação ao entendimento dos conteúdos e à construção dos conhecimentos relacionados a conceitos e temas abstratos.

A prática educativa é complexa, fluida, difícil de limitar e encontrar soluções com coordenadas simples, por isso, buscamos elementos em quatro teorias de desenvolvimento cognitivo e de aprendizagem (Piaget, Vygotsky, Ausubel e Freire) para dar consistência a um olhar e uma avaliação mais racional e próxima da realidade, que consigam contemplar o maior número de variáveis que interferem na prática e, conseqüentemente, no processo de ensino-aprendizagem.

### **3 PROPÓSITOS PARA TRABALHAR COM A SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA**

- Estimular reflexões sobre o papel da investigação no ensino de Química;
- Criar possibilidades de se despertar o interesse pela ciência como forma de conhecer o mundo;
- Desenvolver as habilidades manuais e construir as habilidades intelectuais dos educandos como o pensamento e sua concretização por meio da linguagem, possibilitando a alfabetização científica;
- Proporcionar o desenvolvimento de atividades práticas realizadas em prol do ensino investigativo;
- Auxiliar os professores quanto ao processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos ministrados no ensino médio, com atividades experimentais investigativas utilizando alimentos como contexto;
- Disponibilizar ao professor um trabalho que forneça condições de estar referenciado tanto em teóricos do ensino, da aprendizagem e do desenvolvimento cognitivo para que seja possível atingir uma visão geral de todo o processo e consiga acompanhar as variáveis que intervêm na sua construção;
- Possibilitar um trabalho de ensino de Química que contemple as abordagens fenomenológica, representacional e teórica, estabelecendo as relações envolvidas entre tais para a consolidação do entendimento dos fenômenos abordados;
- Colaborar com o professor a partir da disponibilização de condições que permitam adquirir uma visão crítica de análise do desenvolvimento das competências conceituais, procedimentais e atitudinais em todo o processo, o que permitirá monitorar o caminho de aprendizagem traçado e que, em caso de desvio, o professor tenha condições de retomar o sentido e reconduzi-lo em direção ao alvo planejado;
- Oportunizar ao professor um instrumento pedagógico de alcance de desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, sociointeracionista e problematizadora.

## 4 VAMOS FAZER UM CAFÉ E COMPREENDER ALGUNS CONTEÚDOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS?

O café é uma planta oriunda da Etiópia, África, cultivada e consumida em todo o mundo. No Brasil, o café trouxe mudanças na economia, devastou florestas e faunas nativas e foi responsável pela aflição dos escravos e dos imigrantes, e até hoje perdura como uma das principais culturas em muitos estados brasileiros (LIMA, 2006).

O café é um produto nobre do agronegócio e da pauta de exportação do Brasil, ocupando lugar de destaque na história do desenvolvimento do país. Seu sabor e aroma conferem grande receptividade a este produto, cujo consumo se tornou um hábito mundial (ROCHA; FERREIRA, 2001).

Da planta de café se obtém frutos com polpa doce e fina; no seu interior, se encontram duas sementes, os grãos de café, a partir dos quais se produz o pó do café. Desse modo, café é a semente sadia e limpa nas diversas espécies do gênero botânico *coffea*. O café pertence ao gênero *coffea* da família *Rubiaceae* e, dentre as diversas espécies existentes, as principais do ponto de vista agroeconômico são a *Coffea arábica* (café arábica) e a *Coffea canephora* (café robusta).

Não possui valor nutricional relevante, sendo consumido basicamente devido aos efeitos fisiológicos e psicológicos relacionados à presença da cafeína e, principalmente, pelo prazer e satisfação que seu aroma e sabor são capazes de proporcionar (SIVETZ; FOOTE, 1997).

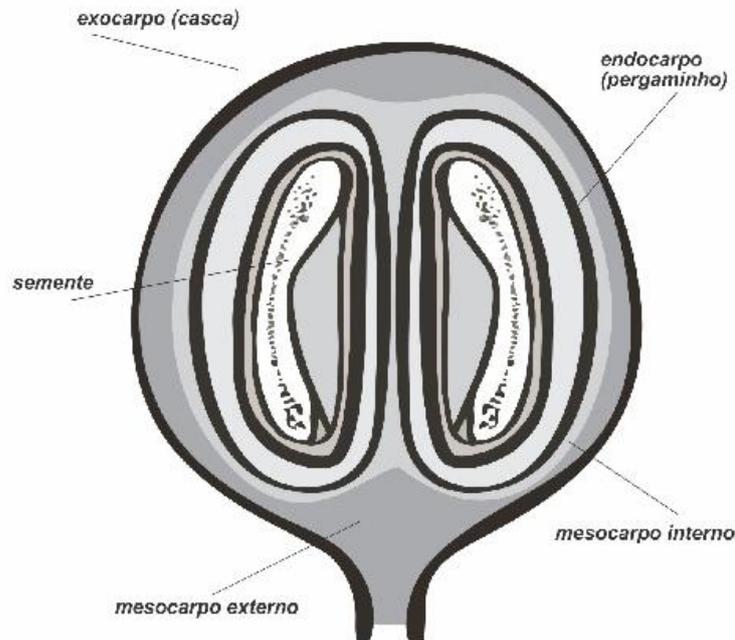
O sabor e o aroma da bebida café são complexos, resultantes da presença combinada de vários constituintes químicos voláteis e não voláteis, entre eles, os ácidos, aldeídos, cetonas, açúcares, proteínas, aminoácidos, ácidos graxos, compostos fenólicos, incluindo também a ação de enzimas em alguns desses constituintes, dando produtos de reações, compostos que interferirão no sabor da prova de xícara (SARRAZIN et al., 2000).

### 4.1 Estrutura do fruto do café

A estrutura do fruto do cafeeiro apresentada na Figura 02 a seguir, é composta por exocarpo (casca), mesocarpo (polpa ou mucilagem) e o endocarpo (ou pergaminho). O mesocarpo externo, denominado polpa, representa cerca de 29% do peso seco do fruto inteiro, sendo composto aproximadamente de 76% de água. O pergaminho que envolve a semente

representa em média 12% do peso seco. A semente representa cerca de 55,4% do peso seco (AVALLONE, 2000).

**Figura 02** - Corte longitudinal de um grão de café.

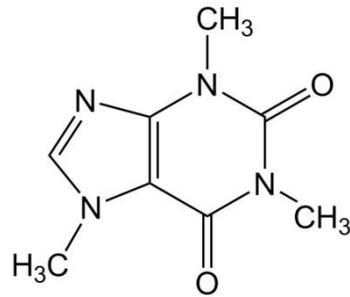


Fonte: Da autora, 2021.

## 4.2 Composição química do café

O grão verde do café possui em sua composição química: cafeína, minerais, compostos fenólicos, trigonelina, aminoácidos, aminas biogênicas, diterpenos, ácidos gordos, esteróis,  $\beta$ -carbolinas, entre muitos outros. Ao ser torrado, esse grão sofre diversas reações químicas que degradam e/ou formam por volta de 2000 compostos químicos, entre eles, alguns são benéficos para atividades biológicas, como a vitamina niacina, e outros não serão quando ultrapassam a quantidade moderada de 3 a 5 doses diárias de café (ALVES; CASAL; OLIVEIRA, 2009).

A substância mais conhecida e estudada do café no mundo é a cafeína (Figura 03 abaixo), devido suas propriedades fisiológicas e farmacológicas. Ela representa 1 a 2,5 % da composição do café. A cafeína é inodora, porém, fornece o sabor amargo à bebida do café (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

**Figura 03** - Representação estrutural química do café.

Fonte: Da autora, 2021.

A ingestão de doses baixas a moderadas (50-300 mg) da cafeína, leva a uma melhoria na performance cognitiva e psicomotora do consumidor, porém, com doses elevadas, poderá causar taquicardia, insônias, ansiedade, tremores, dores de cabeça e náuseas (ALVES; CASAL; OLIVEIRA, 2009).

### 4.3 O café como bebida

A bebida café é uma solução cujo solvente é a água e o soluto são as substâncias que estão presentes no pó de café, que são solúveis em água quente. As principais técnicas utilizadas para preparar essa bebida são a extração por solvente e a filtração. O gosto da bebida é influenciado pela presença de grãos verdes e sua coloração pode ser perdida devido às reações oxidativas, com conseqüente branqueamento dos grãos (CARVALHO et al., 1994).

Aproximadamente 29 compostos já foram identificados como os principais responsáveis pelo aroma característico do café, entre eles, os compostos fenólicos, aldeídos, álcoois, éteres e outros. Na tabela a seguir, encontramos o conteúdo nutricional presente em uma porção de 100g de café em pó torrado e pronto para consumo.

**Tabela 1** - Conteúdo nutricional em 100g de café em pó torrado.

Nutriente	Quantidade
Proteína (g)	15
Carboidrato (g)	66
Lipídeos (g)	12
Cálcio (mg)	107
Magnésio (mg)	165
Fósforo (mg)	169
Ferro (mg)	8,1
Sódio (mg)	1

Potássio (mg)	1.609
Cobre (mg)	1,3
Zinco (mg)	0,5

Fonte: Núcleo de Estudos e Pesquisa em Alimentação, 2011.

No caso do café solúvel, não há a necessidade de haver a filtração, uma vez que a extração das substâncias solúveis é realizada pela indústria. Esse tipo de café é produzido quando os grãos torrados são moídos e submetidos à extração sob pressão em temperaturas de 140-160°C, promovendo um enriquecimento de um extrato dos sólidos solúveis do café, em seguida, é desidratado em vaporizadores (FILHO, 2005).

#### 4.4 A borra do café

Há diversas indicações de uso doméstico para a borra do café coado. O uso como fertilizante, por exemplo. Contudo, estudos realizados por Kovalick (2018) apontam para características importantes de sua aplicação que devem ser observadas.

Atualmente, a utilização da borra do café pura como fertilizante e compostagem é amplamente divulgada (inclusive para uso caseiro) devido ao nitrogênio e outros minerais em sua composição, essenciais para o crescimento das plantas. Além disso, a borra é ligeiramente ácida, propriedade favorável ao solo. Entretanto, ela possui em sua composição substâncias que não são benéficas, como a cafeína, por exemplo. Essas substâncias podem atrapalhar a germinação de sementes e o desenvolvimento das plantas, impossibilitando a absorção de água e nutrientes. Outro problema é que, por ser muito fino, o pó da borra de café se compacta facilmente. Ou seja, uma camada grossa sobre a terra provavelmente pode endurecer e atrapalhar a penetração de água e a circulação de ar na terra. Portanto, pode-se usar a borra sem processamentos como fertilizante em pequenas quantidades, espalhando suavemente ao redor das plantas, mas não é a solução ideal (KOVALCIK et al., 2018).

Desse modo, destacamos a importância da Ciência na vida do ser humano. As pesquisas são essenciais para o desenvolvimento social e sua aplicação é favorável para outras conquistas. O ensino de Química que transcende uma formação meramente propedêutica e é desenvolvido direcionando o aluno para o deslocamento do pensamento do senso comum ao senso científico é aquele que torna o conhecimento químico uma apropriação de significados, possibilitando a alfabetização científica e a vivência da ciência como ferramenta social na vida do aluno.

#### 4.5 O café e os conteúdos de Química no ensino médio

Os conteúdos de Química que podem ser trabalhados em cada série do ensino médio utilizando a temática “café” são: 1ª série - Misturas e separação de misturas, Tabela periódica, Ligações químicas, influência da temperatura e da superfície de contato na velocidade das reações, massa específica, ácidos e bases; 2ª série - Soluções e Cinética química; 3ª série - Funções orgânicas e Bioquímica.

## **5 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “CAFÉ É SEMPRE UMA BOA IDEIA”**

O “Café” foi considerado como um dos temas motivadores para essa sequência de ensino investigativa de Química por vários motivos, dentre os quais, devido seu valor social, por ser o café uma das principais bebidas consumidas nos lares brasileiros; como também, por seu valor econômico, ao proporcionar ao Brasil um destaque nas exportações desse produto.

A parte da sequência de ensino investigativa (SEI) que tratará dos conteúdos químicos a partir do tema “Café” é composta por três aulas, que estão organizadas nas oficinas n.º 01, n.º 02 e n.º 03 relacionadas abaixo.

### **5.1 Oficina de ensino n.º 01: “A Química do café”**

#### **Objetivo geral da aprendizagem**

O objetivo principal é desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras em seu dia a dia.

O educando deve identificar fontes de informação relevantes em Química, sabendo interpretá-las, não só no seu aspecto químico, mas considerando as interações sociopolíticas, socioculturais, socioeconômicas e socioambientais.

#### **Objetivos específicos de aprendizagem**

##### **Conceituais:**

- Identificar a Química presente no fruto do café nas dimensões teórica, representacional (códigos e símbolos próprios da Química) e fenomenológica;
- Caracterizar misturas e processos de separação de misturas relacionando com seu cotidiano por meio dos conhecimentos prévios;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

##### **Procedimentais**

- Ler o texto proposto de forma crítica e reflexiva;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

### **Atitudinais**

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular**

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

### **Conteúdos**

- Aspectos históricos, econômicos e científicos, A química do café: cafeína e conteúdo nutricional, Consumo do café como bebida e os efeitos à saúde, uso da borra do café, introdução a misturas e processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação.

### **Dinâmica**

- Aula expositiva usando como recurso introdutório (quebra-gelo) o texto “A lenda do café” e, em seguida, a projeção de slides com explanação dialogada sobre os conteúdos de Química que serão abordados nas três oficinas que envolvem esses assuntos.

### **Material utilizado:**

- 1 - Texto: “A lenda do café”
- 2 - Slides sobre os conteúdos a serem trabalhados

Essa oficina tem como objetivo iniciar as reflexões sobre o tema “Café” de forma mais abrangente, abordando conceitos como o consumo do café e os efeitos para a saúde; fórmula molecular e estrutural da cafeína, conteúdo nutricional do café e sua forma de preparo, fazendo uma introdução às misturas e aos processos de separação de misturas.

O café possui várias substâncias que o constituem, no entanto, a cafeína foi escolhida como foco principal da oficina por ser a substância mais popularmente conhecida e estudada (MONTEIRO; TRUGO, 2005).

O professor entrega para cada aluno o texto “lenda do café” com duas perguntas.

### **A LENDA DO CAFÉ<sup>1</sup>**

Não há evidências reais sobre a descoberta do café, mas há muitas lendas que relatam sua possível origem. Uma das mais aceitas e divulgadas é a do pastor Kaldi, que viveu na Absínia, hoje Etiópia, há cerca de mil anos. Ela conta que Kaldi, observando suas cabras, notou que elas ficavam alegres e saltitantes e que esta energia extra se evidenciava sempre que mastigavam os frutos de coloração amarelo avermelhada dos arbustos em alguns campos de pastoreio.

O pastor notou que as frutas eram fontes de alegria e motivação, e somente com a ajuda delas o rebanho conseguia caminhar por vários quilômetros por subidas infundáveis.

Kaldi comentou sobre o comportamento dos animais a um monge da região, que decidiu experimentar o poder dos frutos. O monge apanhou um pouco das frutas e levou consigo até o monastério. Ele começou a utilizar os frutos na forma de infusão, percebendo que a bebida o ajudava a resistir ao sono enquanto orava ou em suas longas horas de leituras do breviário. Esta descoberta se espalhou rapidamente entre os monastérios, criando uma demanda pela bebida. As evidências mostram que o café foi cultivado pela primeira vez em monastérios islâmicos do Yemen.

### **QUESTIONÁRIO**

---

<sup>1</sup> A lenda da origem do café. In: *Revista Cafeicultura*. Disponível em: <<https://revistacafeicultura.com.br>>. Acesso em: 21 de jan de 2021.

- 1) Com o grão do café é possível fazer uma bebida apreciada por muitas pessoas no mundo todo. Na sua opinião, o que faz essa bebida ser consumida por muitas pessoas todos os dias?
- 2) Você é um consumidor de café? Em caso positivo, o que você mais gosta nessa bebida? Em caso negativo, o que você menos gosta?

Nesse primeiro passo, o professor pode instigar que os alunos registrem seus conhecimentos preexistentes sobre a problematização inicial respondendo ao questionário. O objetivo dessa dinâmica de leitura é criar um ambiente para o começo de outros questionamentos que possibilitarão a construção dos conceitos químicos durante a oficina, despertando a curiosidade dos alunos sobre o tema.

Quando for iniciada a discussão sobre as perguntas anteriores, outras podem surgir, tais como: Você já preparou café? Pode descrever como se faz? Por que a água tem que estar quente para o preparo? Se fosse feito com água natural, teria o mesmo efeito? Tem gente que gosta de café gelado, será que é possível preparar um café com água gelada? O que acontece no nosso organismo se bebermos muito café? Qual a composição química do café?

O professor recebe o questionário devidamente respondido e faz uma explanação sobre o tema com uma apresentação de slides, problematizando o assunto de forma dialogada com todos os alunos.

São apresentados conceitos que buscam responder a problematização inicial por meio de uma troca de ideias. Também são apresentados conceitos mais aprofundados das características químicas da cafeína, mistura, separação de misturas e elementos químicos que se encontram na composição química do café (Tabela periódica).

Ao final desta oficina, o professor pode dividir a turma em equipes e orientar que escolham um líder. Deve ser passada a lista de material reutilizado que será necessário para a próxima oficina e informado que tragam esse material higienizado para a confecção de um sistema de destilação artesanal.

O professor deve solicitar que os alunos pesquisem sobre decantação, filtração, ebulição e destilação para que enriqueçam a discussão que será estabelecida sobre esses tipos de separação nas outras oficinas.

## **5.2 Oficina de ensino n.º 02: “Construindo um sistema de destilação”**

### **Objetivo geral da aprendizagem**

O objetivo principal é desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar o valor do uso racional dos recursos e do aproveitamento de materiais para a confecção de instrumentos que podem ser utilizados no seu dia a dia, como também na rotina do ensino de Química.

### **Objetivos específicos de aprendizagem**

#### **Conceituais**

- Compreender a montagem de um sistema de destilação e o seu processo na separação da solução de café nas dimensões teóricas, representacional e fenomenológica;
- Refletir, questionar e desenvolver o pensamento científico por meio da transposição da ação manipulativa para a ação intelectual;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

#### **Procedimentais**

- Coletar e higienizar materiais para serem reutilizados;
- Construir um sistema de destilação com material reutilizado;
- Desenvolver habilidades manipulativas;
- Discutir as evidências observadas com um caráter científico;
- Verbalizar a linguagem científica construída por meio do uso dos signos e símbolos que constituem a Química;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento e hipóteses sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

#### **Atitudinais**

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;

- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular**

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

### **Conteúdos**

- Construção de um sistema de destilação;
- Processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação;
- A política dos 3R's, reutilização de materiais, consumo consciente, tempo de decomposição de materiais, formas alternativas de produção de material para uso no ensino de Química, preservação ambiental.

### **Dinâmica**

- Aula experimental investigativa e manipulativa.

### **Material utilizado:**

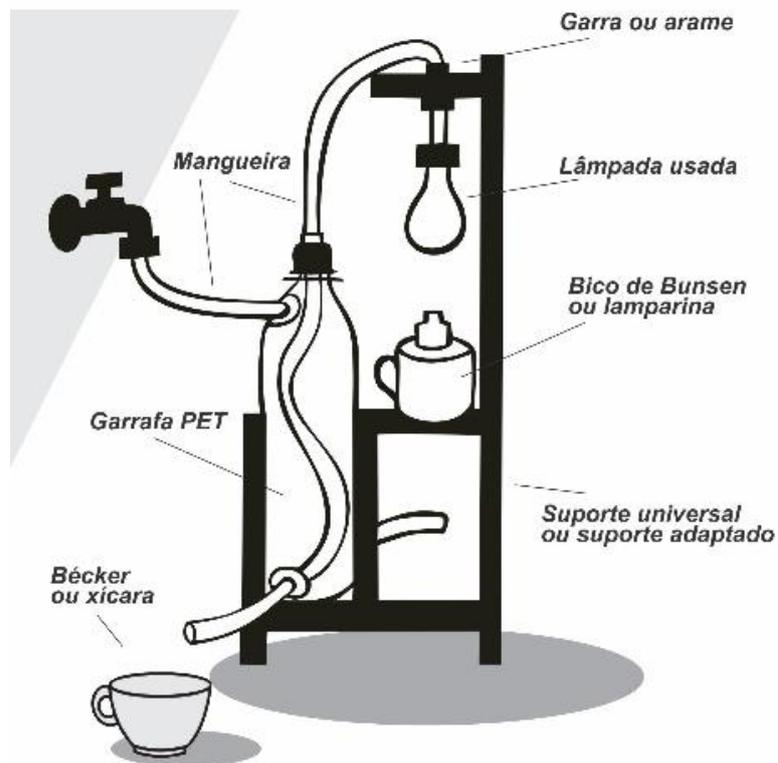
- 1 - Lâmpada usada;
- 2 - Mangueira;
- 3 - Garrafa PET;
- 4 - Suporte universal ou suporte adaptado;
- 5 - Garra ou arame;
- 6 - Bico de Bunsen ou lamparina;
- 7 – Bécker ou xícara.

O professor começa com uma pergunta: “Você já parou para imaginar tudo o que está envolvido na preparação de um simples café?” Após um diálogo interativo sobre o conhecimento prévio dos alunos e a troca de saberes de cada um, o grupo segue para a produção do sistema de destilação.

Nesta oficina, as equipes devem se organizar para a produção do aparato de destilação de forma que todos participem do processo. A Figura 04 apresenta um modelo desse tipo de sistema de destilação artesanal.

Depois de preparado o sistema de destilação que será utilizado na próxima oficina (n.º 03), o professor organiza um diálogo sobre os temas indicados para pesquisa na aula anterior. A discussão deve envolver cada participante de forma a possibilitar o compartilhamento do que foi pesquisado, e de tudo que foi compreendido até aquele momento. Nessa etapa, o diálogo também é contextualizado com problemas e situações que provoquem a reflexão sobre o que se pretende que os alunos construam de conhecimento acerca do assunto tratado.

**Figura 04** - Modelo de destilador produzido com material reutilizado.



Fonte: Da autora, 2021.

### 5.3 Oficina de ensino n.º 03: “Misturas e Separação de misturas”

#### Objetivo geral da aprendizagem

O objetivo principal é desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito

investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar o fenômeno de separação da mistura trabalhada na perspectiva macroscópica a partir de sua própria visão de mundo, e com suas percepções e impressões ser capaz de descrever cada etapa com significado alinhado ao seu pensamento de como o fenômeno acontece.

### **Objetivos específicos de aprendizagem**

#### **Conceituais**

- Compreender o fenômeno observado nas dimensões teórica, representacional e fenomenológica, percebendo a forma como estão interrelacionadas;
- Refletir, questionar e desenvolver o pensamento científico por meio da observação crítica do fenômeno estudado, transpondo essa observação de uma ação mecânica para uma ação intelectual construída de forma significativa;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

#### **Procedimentais**

- Investigar as diferenças entre os processos de separação de misturas e compreender o que acontece em cada um deles;
- Dialogar sobre suas hipóteses levantadas na etapa de observação;
- Discutir as evidências observadas com um caráter científico;
- Verbalizar a linguagem científica construída por meio do uso dos signos que constituem a Química;
- Interagir com seus pares (outros alunos e professor) na construção do conhecimento e troca de ideias;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

#### **Atitudinais**

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa e
- Refletir sobre o trabalho realizado.

### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular**

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

### **Conteúdo**

- Fenômenos físicos e químicos;
- Influência da temperatura na reação, precipitado;
- Misturas e processos de separação de misturas: decantação, filtração, ebulição e destilação.

### **Dinâmica**

- Aula experimental investigativa.

### **Material utilizado:**

- 1 - Panela;
- 2 - Fogão;
- 3 - Coador de café;
- 4 - Água;
- 5 - Pó de café;
- 6 - Açúcar.

Apresenta-se a seguinte situação-problema para o levantamento das concepções prévias: Pedro quer um café, então, colocou água em uma panela e a pôs sobre o fogão para esquentar. Assim que a água começou a ferver, colocou o pó de café e, em seguida, despejou o café no coador. Quais os fenômenos (processos) físicos e químicos você consegue identificar no procedimento descrito?

Após esse momento de diálogo, partimos para o experimento de preparo de um “cafezinho” (Figura 05) e, em seguida a destilação de uma parte da solução que foi preparada. Nessa etapa, o professor inicia uma discussão sobre a mistura produzida; pode ser falado sobre a influência da temperatura no resultado.

**Figura 05** - Preparação do café.



Fonte: Da autora, 2021.

Com a continuação da oficina, após algum tempo de repouso, a parte do sólido (café em pó), insolúvel na água, se deposita no fundo do recipiente, o que evidencia o primeiro processo de separação (decantação ou sedimentação).

Em seguida, a mistura passa por um processo de filtração simples (outro processo de separação), a partir do qual é recolhida a solução de café (água + componentes solúveis do café em pó) (Figura 06).

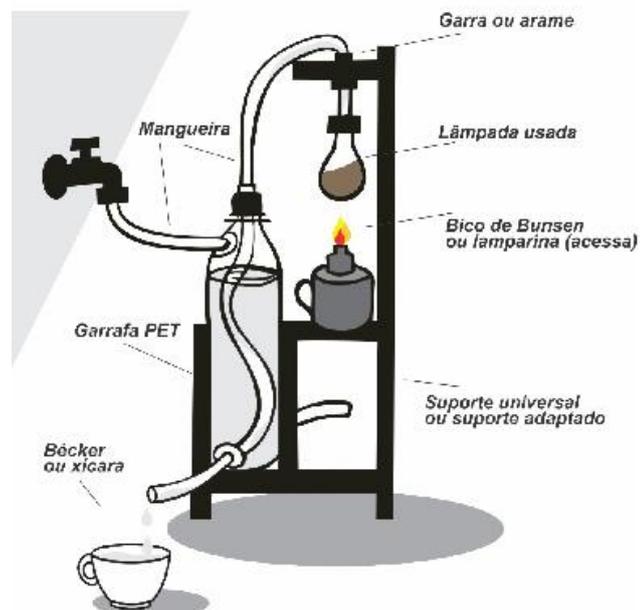
**Figura 06** - Filtração simples.



Fonte: Da autora, 2021.

Na sequência (Figura 07), uma parte da solução é submetida a outro tipo de separação de misturas simples. Nessa etapa, a parte sólida solúvel do café fica retida no “balão de destilação” (lâmpada) e a água evaporada é condensada em uma mangueira de borracha (utilizada como condensador) e recuperada em um béquer.

**Figura 07** - Processo de Destilação.



Fonte: Da autora, 2021.

Em outro experimento (Figura 08), uma parte da solução de café também é aquecida em uma colher para a observação e discussão do processo de ebulição. O professor traz novamente para o diálogo os métodos de separação de misturas que estão sendo trabalhados na oficina, que são: decantação, filtração, ebulição e destilação. Nessa etapa, os alunos levantam hipóteses na busca pela descrição e explicação do fenômeno e sistematizam os argumentos científicos comprovados experimentalmente, evidenciando o processo de construção da linguagem científica.

**Figura 08** - Processo de Ebulição.



Fonte: Da autora, 2021.

A oficina consegue abordar as dimensões: representativa, teórica e fenomenológica dos conteúdos químicos tratados, possibilitando ao aluno uma reelaboração de sua visão de mundo, constituindo-se como sujeito ativo e produtor de conhecimentos e sentidos. Um sujeito que desenvolve sua própria forma de ver, conceber e falar sobre o mundo e os fenômenos nele envolvidos.

O Quadro 01 (APÊNDICE A) contém as etapas de ações investigativas que devem acontecer em todo o período da aula experimental. Essas etapas vão acontecendo gradualmente à proporção que os alunos vão avançando na construção dos conhecimentos propostos como alvos. Contudo, esse caminho não é linear, podendo acontecer o movimento

de retorno à etapa anterior todas as vezes que surgirem novas hipóteses, novas dúvidas ou mesmo para a correção de erros conceituais.

Outro Quadro faz parte desta Sequência de Ensino Investigativa, o Quadro 02 (APÊNDICE B), que traz uma matriz como instrumento de avaliação das competências desenvolvidas em cada etapa do processo de ensino-aprendizagem. Nesse Quadro, o professor pode registrar o desenvolvimento de cada competência à proporção que isso vai acontecendo; e, o aluno também tem condições de visualizar as competências que podem ser desenvolvidas em cada etapa e perceber sua evolução no processo.

A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 01. Esse relatório apresenta o registro de tudo o que foi observado, todas as hipóteses levantadas, e as que foram confirmadas cientificamente seguem com a argumentação lógica e devidamente justificada.

Para fechamento dessa etapa da oficina, todos saboreiam o café preparado e compartilham suas experiências sobre o momento vivenciado e a aprendizagem construída até aquele momento.

## **6 VAMOS COLOCAR A MÃO NA MASSA E COMPREENDER CONTEÚDOS QUÍMICOS ENVOLVIDOS?**

### **6.1 A Química do pão nosso de cada dia**

Uma das receitas mais antigas da humanidade, com cerca de seis mil anos aproximadamente, o pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo (JACOB, 2003), sendo certamente um dos primeiros elaborados e relativamente transformados pelo homem (BOLAFFI, 2000).

O pão que conhecemos hoje se deve ao resultado do desenvolvimento humano no campo alimentício ao longo do tempo. É muito provável que o homem tenha ingerido inicialmente um mingau constituído de farinha e água, em que a farinha poderia ser obtida de outros cereais.

Nem sempre existiu tanta variedade de pão como hoje, e esse desenvolvimento só foi possível graças à contribuição da Química na área da produção e tecnologia de alimentos, em especial, aos avanços no processo de fermentação.

O preparo de pães envolve muitos conceitos que podem ser inseridos no ensino de Química, tais como ligações químicas, forças intermoleculares, reações redox, reações orgânicas, fermentação, ácidos e bases. Além disso, também contribui para gerar perguntas que tornem o processo de ensino-aprendizagem mais interessante, prazeroso, significativo e totalmente contextualizado com o cotidiano do aluno no ensino médio.

Alguns desses questionamentos são: por que a massa cresce ou por que precisamos sová-la durante sua preparação? Por que será que, com o passar do tempo, o pão endurece e a bolacha, feita praticamente dos mesmos ingredientes, amolece?

A composição dos ingredientes do pão é decisiva para compreendermos as transformações que ocorrem durante a sua preparação. O processo de preparo do pão se dá em três etapas, que são: o amassamento, a fermentação ou levedação e o cozimento. Vejamos cada uma delas.

### **6.2 Primeira etapa de preparo do pão: o amassamento**

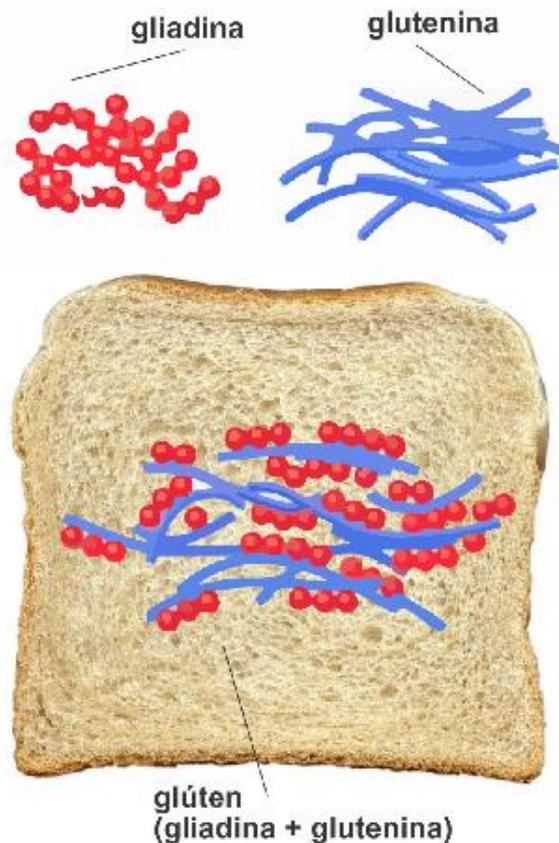
Os ingredientes para a produção de pão são: farinha de trigo, água, fermento e sal. Embora a farinha seja o ingrediente que está em maior quantidade, o fermento e o sal são

indispensáveis para a formação de uma massa mais forte e menos pegajosa, que se expande antes mesmo do cozimento.

A farinha de trigo apresenta cerca de 10-12% de proteínas. Essas proteínas podem ser divididas em dois grupos: albumina e globulina (15%) e gliadina e glutenina (85%). Tais proteínas formarão o glúten na massa do pão. Além de proteína, a farinha é constituída também pelo amido, formado de amilose e amilopectina.

Ao se misturar água e farinha de trigo as interações moleculares que acontecem entre a gliadina e glutenina (Figura 09) são alteradas irreversivelmente. O amassamento da mistura de farinha de trigo e água permite que moléculas de glutenina e gliadina se misturem. Entretanto, essa mistura não é apenas mecânica, quando adicionamos água à farinha, trocamos ligações que são estabelecidas entre as moléculas.

**Figura 09** - Representação das moléculas de Gliadina e Glutenina.



Fonte: Da autora, 2021.



permitindo que o glúten atravesse a barreira celular e se acumule na parede externa do órgão, ocasionando uma inflamação local.

### 6.3 Segunda etapa de preparo do pão: o crescimento

O glúten é a maior fração proteica presente na mistura de trigo e água, e para a pessoa que seja portadora da doença celíaca, isso não significa que ela não poderá comer pão, pois a farinha de trigo pode ser substituída pela farinha de arroz, que não contém a gliadina precursora do glúten.

A Lei n.º 10.674, de 16 de maio de 2003, determina que todos os produtos alimentícios industrializados devem conter em seu rótulo e bula as inscrições “contém Glúten” ou “não contém Glúten” para que os consumidores tenham a garantia de não realizar uma compra errada.

A segunda etapa do processo: a fermentação se deve a dois personagens, o amido, presente na farinha de trigo, e principal fonte de açúcar, e o fermento biológico, um fungo pertencente à família das leveduras, chamado *Saccharomyces cerevisiae*. Mesmo em pequena quantidade e sendo um ser vivo muito simples (unicelular), a levedura desempenha um grande papel no preparo de pães.

A mistura de açúcar e alguns microrganismos como a levedura é uma combinação perfeita, já que essa última se alimenta da glicose presente no amido que, por meio da ação de catalizadores biológicos – enzimas (zimase e invertase), decompõe a glicose em álcool etílico e dióxido de carbono em um processo denominado de fermentação anaeróbica (ausência de oxigênio).

A sova se torna muito importante para o processo de fermentação uma vez que tem a finalidade de misturar os ingredientes e formar as cadeias de glúten. São essas cadeias que aprisionam o CO<sub>2</sub> liberado pelas leveduras (MANARINI, 2013), o qual exerce uma força proporcionando a expansão da massa e o seu crescimento. A massa é colocada em repouso por um tempo de 40 a 120 minutos para que se complete a fermentação.

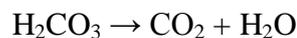
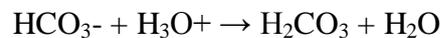
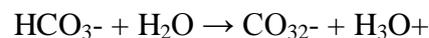
Apesar de não ser comum o emprego do fermento químico no preparo de pães, qual a diferença entre o fermento biológico, também chamado de fermento de padaria, e o fermento químico? Por que devemos armazenar o fermento biológico na geladeira enquanto o fermento químico deve ser conservado em local seco e fresco?

De acordo com a Resolução n.º 38, de 1977, da Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA), o fermento químico é definido como o produto formado

de substância ou mistura de substâncias químicas que, pela influência do calor e/ou umidade, produz desprendimento gasoso capaz de expandir massas elaboradas com farinhas, amidos ou féculas, aumentando-lhes o volume e a porosidade.

De acordo com a ANVISA, os fermentos químicos são compostos ou misturas de compostos que se apresentam no estado sólido. Quando são compostos individuais, eles se apresentam no estado sólido à temperatura ambiente, e devem obedecer à condição de apresentar tanto caráter ácido, quanto básico de Brønsted (Teoria conhecida como Brønsted-Lowry, devido aos trabalhos dos químicos Johannes Nicolaus Brønsted e Thomas Martin Lowry).

Um exemplo disso é o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) que, na presença de água, se dissocia e sofre as seguintes transformações:



O íon  $\text{HCO}_3^-$  tem um comportamento tanto de ácido quanto de base de Brønsted, manifestando esse caráter na presença de água. Essas transformações são representadas pela equação a seguir:



O fato desses ácidos serem fracos justifica a prática de que a massa formada a partir da farinha de trigo deva “descansar” durante algum tempo, antes de ser esticada. No descanso, toda a base é consumida, eliminando o gás que expande a massa.

#### **6.4 Terceira etapa de preparo do pão: o cozimento**

Nessa etapa, o pão adquire duas de suas características: a crocância e a cor. A amilose e a amilopectina, constituintes dos grãos de amido presentes na farinha de trigo, resistem a todas as transformações e procedimentos efetuados na massa de farinha de trigo. A amilose ainda se encontra dissolvida em água e misturada à massa; como a água entra em ebulição durante a cocção, ela arrasta parte da amilose para a superfície, onde ela se recristaliza tornando-se dura. Como a amilose recristalizada se encontra agora na superfície da massa que está sendo cozida, esta se torna dura e consistente, daí a parte externa do pão adquirir a característica mais dura que seu interior.

### **6.5 O preparo de pão e os conteúdos de Química no ensino médio**

O preparo de pães envolve muitos conceitos que podem ser inseridos no ensino de Química, como já citados anteriormente, tais como: ligações químicas, forças intermoleculares, reações redox, reações orgânicas, reações químicas e fatores que interferem na velocidade das reações, fermentação, ácidos e bases.

## **7 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA: “O PÃO NOSSO DE CADA DIA”**

A produção de pão é um processo fermentativo de tradição milenar, que tem sua origem quando o homem era nômade, caçador e pastor. Portanto, é um dos mais antigos alimentos do mundo. Devido ao tempo que os cereais levam para frutificar, os nômades foram forçados a fixar sua moradia. O grão auxiliou a vida dos homens, que deixaram de correr perigos: com as caças, com prejuízo das crias, e evitaram os riscos de não encontrar uma nova moradia (caverna). Essa mudança no estilo de vida contribuiu para uma expectativa de vida mais longa e de melhor qualidade (COELHO et al., 2009).

A parte da sequência de ensino investigativa que tratará dos conteúdos químicos por meio do tema “preparo de pão” é composta por três aulas que estão organizadas nas oficinas n.º 04, n.º 05 e n.º 06 relacionadas a seguir.

### **7.1 Oficina de ensino n.º 04: A Química do pão**

#### **Objetivo geral da aprendizagem**

Desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar fontes de informação relevantes em Química, sabendo interpretá-las não só no seu aspecto químico, mas considerando as interações sociopolíticas, socioculturais, socioeconômicas e socioambientais.

#### **Objetivos específicos da aprendizagem**

##### **Conceituais**

- Identificar a Química presente na produção do pão em nível microscópico, macroscópico e representacional;
- Caracterizar transformações químicas relacionando-as com seu cotidiano por meio dos conhecimentos prévios;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

**Procedimentais**

- Ler o poema proposto de forma crítica e reflexiva;
- Expressar seu entendimento sobre os conteúdos abordados;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

**Atitudinais**

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

**Habilidade da Base Nacional Comum Curricular**

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

**Conteúdos**

- Aspectos históricos e culturais da produção do pão;
- Efeitos do glúten na saúde, fórmula molecular e estrutural do glúten e sua forma de preparo, transformações químicas (fermentação) e introdução aos conceitos de ácido e base.

**Dinâmica**

- Aula expositiva e dialogada com auxílio de poema e apresentação de slides.

**Material utilizado:**

- 1 - Poema: “Pão para toda obra”
- 2 - Slides sobre transformações químicas

Esta oficina tem como objetivo iniciar o tema “pão” de forma mais abrangente, abordando conceitos como efeitos do glúten na saúde, fórmula molecular e estrutural do glúten e sua forma de preparo, falando da fermentação e dos conceitos de ácido e base.

### **PÃO PARA TODA OBRA<sup>2</sup>**

De manhã bem cedinho  
 Ao fim da tarde, outra vez  
 Sobre a mesa, já adivinho  
 Aliado ao cafezinho  
 Eis o modesto pão francês

Mas basta parti-lo ao meio:  
 Manteiga, geléia, presunto...  
 Que quando o tema é o recheio  
 Não se esgota o assunto  
 Pois para ser tão bem quisto  
 Tem o pão razão de sobra  
 Hot dog, hambúrguer, misto  
 É pão para toda obra!

Com o pão é sempre assim:  
 Ao Lavoisier nunca escapa  
 Pão murcho vira pudim  
 Pão duro vira torrada  
 E diga-se, ainda, à clientela:  
 Que com ovo, açúcar e canela  
 Faz-se uma bela rabanada!

E quem estiver de dieta  
 Atente-se a este consolo:  
 Para alcançar a sua meta  
 Entre pão, biscoito e bolo  
 O pão é a escolha certa  
 Pois é só retirar o miolo  
 E manter o corpo de atleta!

Mas não apenas de energia  
 Nos garante o nosso pão  
 Quando o assunto é poesia  
 O pão nosso de cada dia  
 Também é fonte de inspiração

Autora: Carolina Hermsdorff

---

<sup>2</sup> HERMSDORFF, Carolina. Pão para toda hora. Disponível em: <<http://euamopao.com.br/not/poesias-2011>>. Acesso em: 20 de jan de 2021.

## QUESTIONÁRIO

- 1) O pão é um dos alimentos mais consumidos no mundo. Em sua opinião, o que faz o pão ser tão apreciado e consumido assim?
- 2) Você é um consumidor de pão? Em caso positivo, o que você mais gosta nesse alimento? Em caso negativo, o que você menos gosta?

Nesse primeiro passo, é realizada a leitura do poema: “Pão para toda obra”. Em seguida, os alunos podem registrar seus conhecimentos preexistentes sobre a problematização inicial respondendo ao questionário. O objetivo dessa dinâmica de leitura é funcionar como um quebra-gelo, criando um ambiente para o começo de outros questionamentos que possibilitarão a construção dos conceitos químicos durante a oficina, despertando a curiosidade dos alunos sobre o tema.

Quando for iniciada a discussão sobre as perguntas anteriores, outras podem surgir tais como: Você já preparou pão caseiro? Pode descrever como se faz? Por que se deve esperar um tempo até o pão ir para o forno? Se colocássemos o pão logo depois do amassamento no forno, o que acha que aconteceria? Qual a composição química da farinha de trigo?

O professor recebe o questionário devidamente respondido e faz uma explanação sobre o tema com uma apresentação de slides, problematizando os assuntos de forma dialogada com todos os alunos.

São apresentados imagens e conceitos que buscam responder a problematização a partir de uma troca de ideias. Também são apresentados conceitos mais aprofundados das características químicas do Glúten, fermentação (transformação química), introdução aos conceitos de ácidos e bases.

Ao final desta oficina, o professor deve dividir a turma em equipes e orientar que escolham um líder. O professor deve solicitar que os alunos pesquisem sobre Glúten, fermentação, ácidos e bases para que se enriqueça a discussão que será estabelecida sobre esses assuntos nas outras oficinas.

## **7.2 Oficina de ensino n.º 05: Variáveis que interferem nas Transformações Químicas no preparo do pão**

### **Objetivo geral da aprendizagem**

Desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar o fenômeno de transformação da matéria trabalhada na perspectiva macroscópica a partir de sua própria visão de mundo, e, com suas percepções e impressões, ser capaz de descrever cada etapa com significado alinhado ao seu pensamento sobre o modo como o fenômeno acontece.

### **Objetivos específicos da aprendizagem**

#### **Conceituais**

- Compreender o fenômeno observado nas dimensões teórica, representacional e fenomenológica, percebendo a forma como estão interrelacionadas;
- Refletir, questionar e desenvolver o pensamento científico por meio da observação crítica do fenômeno estudado, transpondo essa observação de uma ação mecânica para uma ação intelectual;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

#### **Procedimentais**

- Investigar as diferenças entre os processos de transformação de misturas e compreender o que acontece em cada um deles;
- Discutir as evidências observadas com um caráter científico;
- Verbalizar a linguagem científica construída por meio do uso dos signos que constituem a Química;
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento e suas hipóteses sobre os conteúdos abordados a partir do diálogo;

- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

### **Atitudinais**

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular**

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

### **Conteúdos**

- Transformações químicas, ácidos, bases, a influência da temperatura e o efeito da concentração na velocidade das reações, e massa específica.

### **Dinâmica**

- Aula experimental investigativa

Esta oficina é constituída por três experiências investigativas. A primeira busca avaliar o efeito da temperatura no processo fermentativo, empregando temperaturas 12° C e 33° C, buscando simular o tempo de inverno e de verão. A segunda experiência envolve o efeito da quantidade de nutrientes e de catalisador. A terceira experiência apresenta a determinação da massa específica do pão produzido.

### **Experiência A: Efeito da temperatura na velocidade de reação**

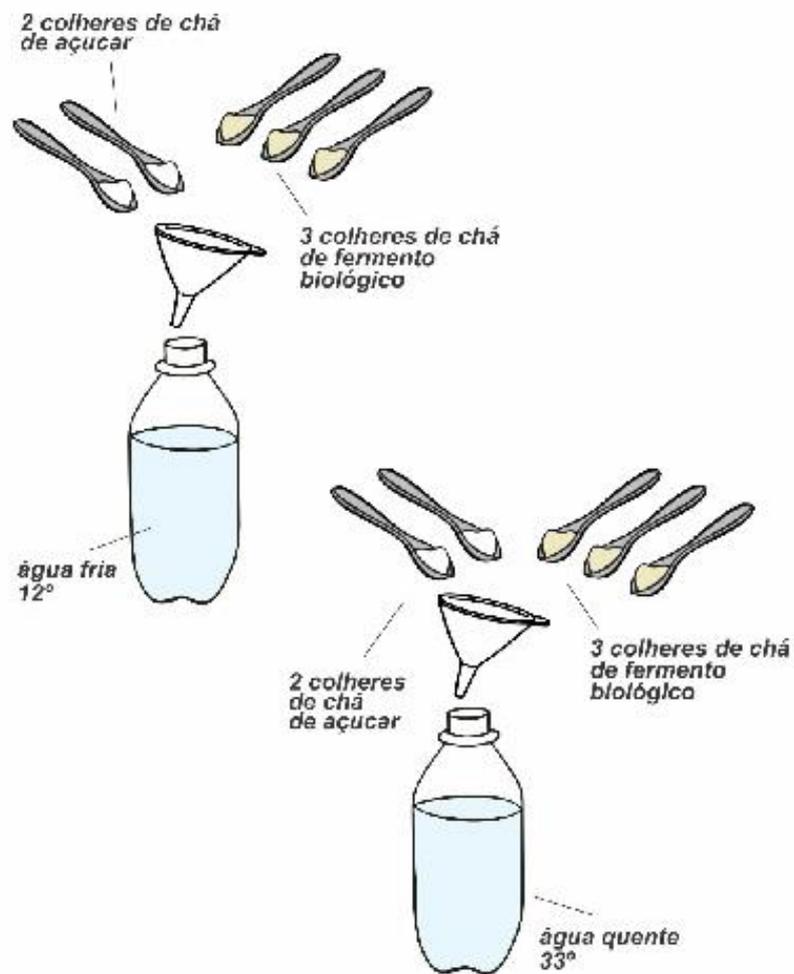
#### **Material utilizado:**

- duas garrafas PET de 600 mL;
- 1 funil;

- 3 colheres de chá de fermento biológico;
- 2 colheres de chá de açúcar.

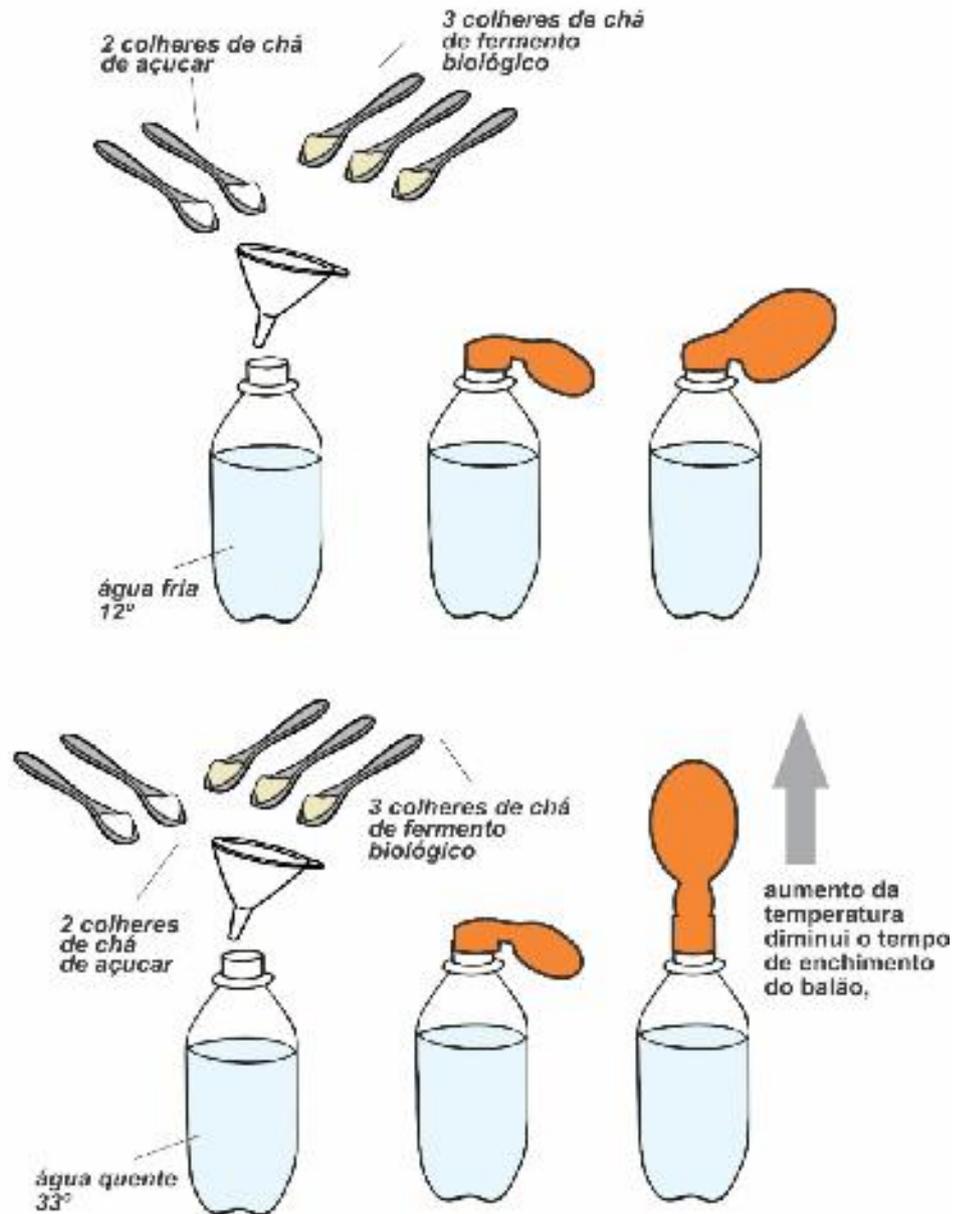
Para manter a concentração constante, o líquido deve preencher 2/3 do volume da garrafa (Figuras 11 e 12), seguido de homogeneização do meio. Teste duas temperaturas reacionais: 12° C e 33° C; com acréscimo de água fria e água quente, respectivamente. Como resultado, os alunos perceberão que o aumento da temperatura diminui o tempo de enchimento do balão, isto é, implica no aumento da taxa de velocidade de reação.

**Figura 11** – Efeito da temperatura na velocidade da reação.



Fonte: Da autora, 2021.

Figura 12 – Velocidade das reações.



Fonte: Da autora, 2021.

Após a experiência, o professor fará a seguinte problematização: o que seria esperado no caso do fenômeno de crescimento do pão com aumento da temperatura? Explicação: Os microrganismos morrem ou ficam inativos quando há uma diminuição drástica da temperatura ou aumento elevado da temperatura, pois há uma faixa ideal de temperatura para as leveduras fermentarem. Se morrem, não acontece a fermentação. Dentro da faixa ideal, quanto maior for a temperatura, maior será a velocidade de reação.

## Experiência B: Efeito da concentração na velocidade de reação

### Material utilizado:

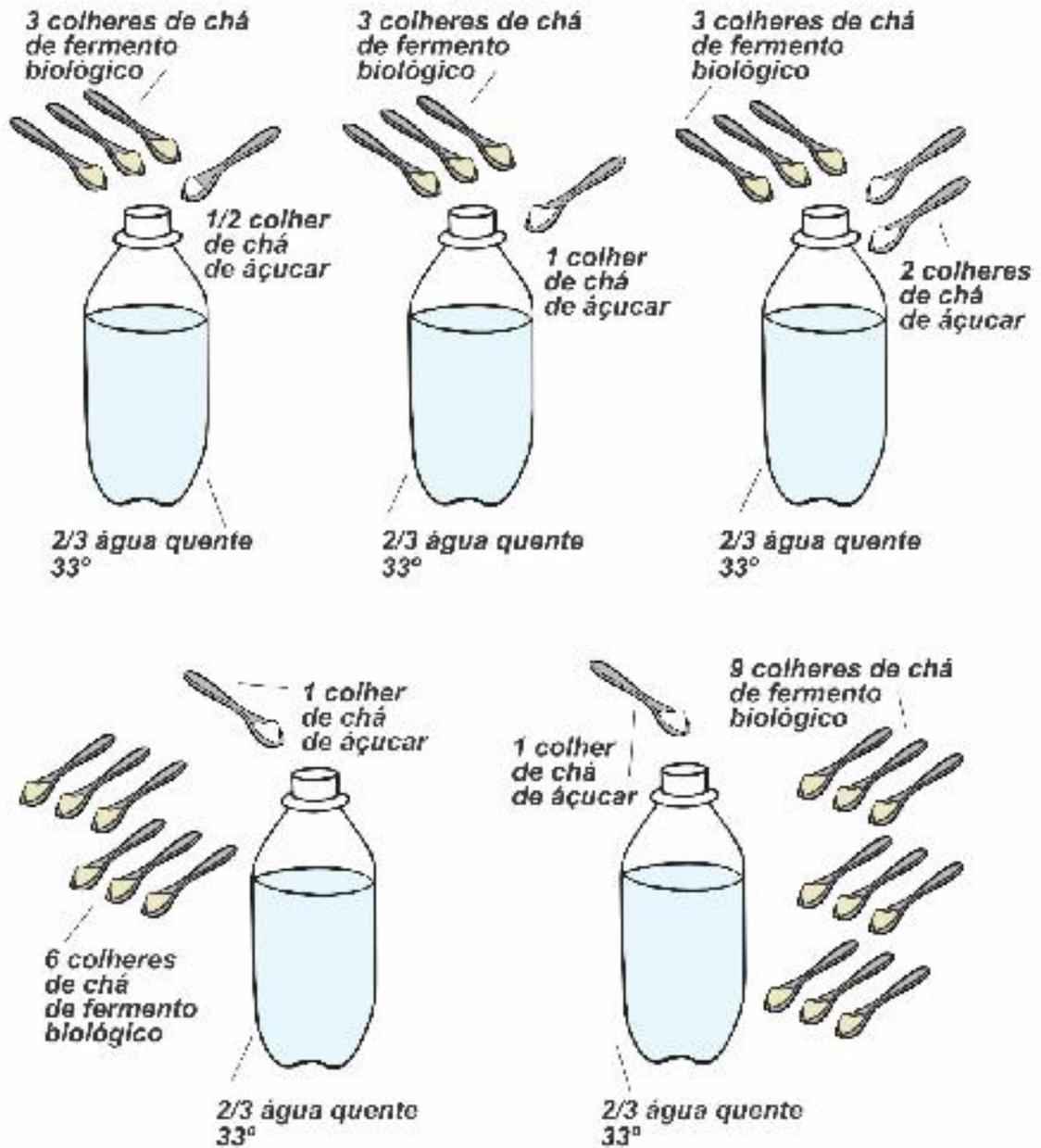
- 5 garrafas PET de 600 mL;
- Fermento biológico.

Para compreender o efeito da concentração de açúcar e do catalisador sobre a velocidade de reação, separa-se cinco garrafas PET de 600 mL. As três primeiras devem conter três colheres de chá de fermento biológico, a quarta garrafa deve conter seis colheres de fermento e a quinta garrafa, nove colheres de fermento biológico.

Na primeira garrafa, adiciona-se meia colher de chá de açúcar; na segunda – uma colher de chá de açúcar; na terceira – duas colheres de chá de açúcar; na quarta – uma colher de chá de açúcar e, finalmente, na quinta – uma colher de chá de açúcar.

Em todas as garrafas são acrescentadas água morna ( $T = 33^{\circ}\text{C}$ ) até preencher  $2/3$  do volume da garrafa (Figura 13), seguida de homogeneização do meio. Então, é acoplado um balão de festa na boca de cada garrafa, quando se inicia o monitoramento do tempo necessário para encher o balão até um volume padronizado (Figura 14).

Figura 13 - Efeito da concentração na velocidade da reação.



Fonte: Da autora, 2021.

**Figura 14** - Demonstração da velocidade com as diferentes concentrações.



Fonte: Da autora, 2021.

O estudo da influência da concentração inicial de açúcar (substrato) é realizado nas garrafas 1, 2 e 3. O aumento da concentração inicial de substrato promove a diminuição do tempo de reação de fermentação necessário para encher o balão até um volume padrão. Isso quer dizer que há um aumento da taxa de reação de fermentação com o aumento da concentração inicial de substrato.

Há o aumento da concentração de açúcar nos ensaios 2 e 3, evidenciando valores de tempo não muito diferentes. É possível que esse resultado esteja relacionado ao modelo cinético dessa reação de fermentação, ou devido à morte das leveduras pela alta da

concentração de substrato, ou fenômeno de transporte de substrato, na situação de concentração de catalisador testada (três colheres de chá). A morte das leveduras pode ser explicada pela osmose do substrato do meio externo à membrana da célula (mais concentrado) para o meio interno da célula (menos concentrado), provocando um aumento súbito da concentração de açúcar, o que pode comprometer o funcionamento biológico da levedura (TERRA, 2016, p. 6).

O professor abordará outra problematização: o que seria esperado com o fenômeno de crescimento do pão com o aumento da concentração de açúcar na massa? Explicação: os microrganismos também podem morrer após uma certa concentração de açúcar. É possível que tenha ocorrido osmose. Entretanto, há um aumento da taxa de reação com aumento da concentração do substrato, dentro de uma faixa de concentração.

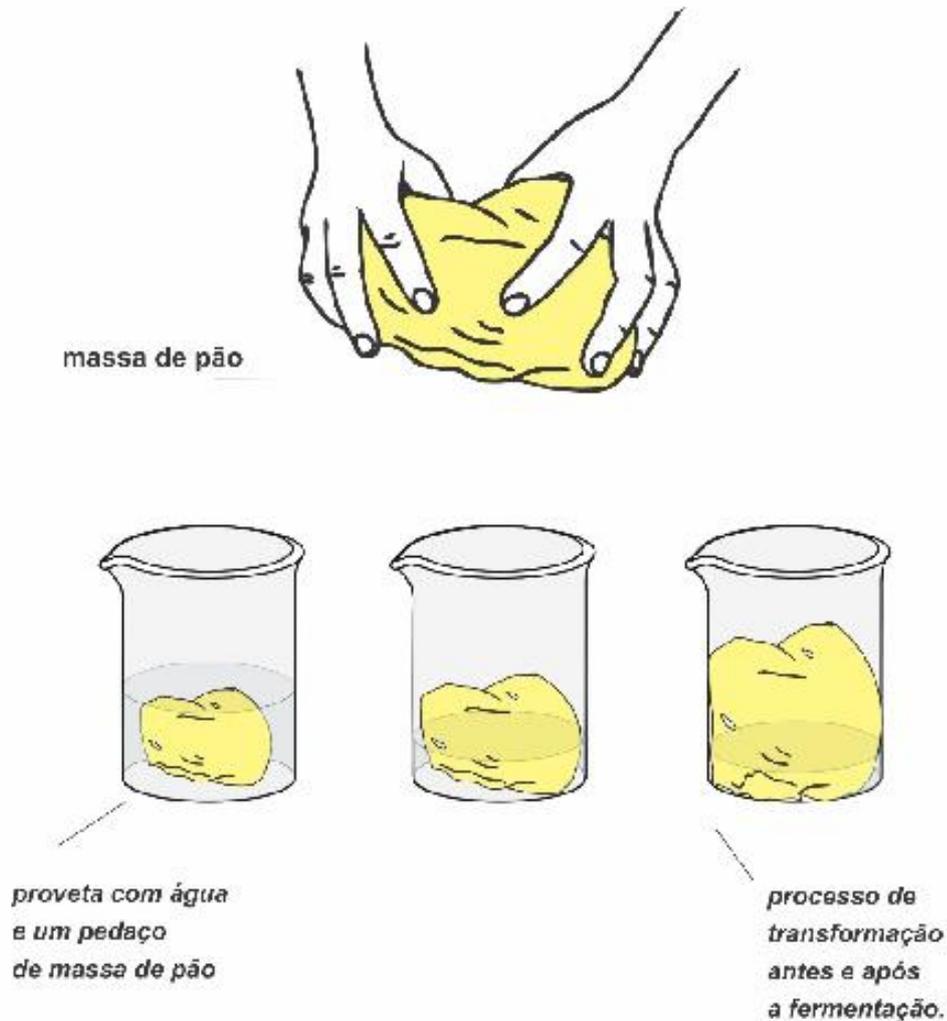
### **Experiência C: Determinação da massa específica do pão em água**

#### **Material utilizado:**

- Bécker;
- Água;
- Uma porção de pão.

A terceira experiência consiste na determinação da densidade do pão pelo deslocamento do volume em água (Figura 15), colocando uma massa de pão em um bécker contendo água. Nessa etapa, utiliza-se uma amostra da massa de pão em momentos diferentes do processo de transformação, antes e após a fermentação.

**Figura 15** - Determinação da densidade do pão.



Fonte: Da autora, 2021.

Durante a etapa de fermentação, os monossacarídeos livres provenientes do amido, um polissacarídeo natural, são metabolizados pelas leveduras, produzindo álcool e dióxido de carbono, sendo este responsável pelo crescimento do pão, ficando retido no glúten e contribuindo para a expansão da massa. Acontece uma diminuição da massa específica do pão a valores inferiores ao da massa específica da água, favorecendo sua emersão à superfície da água contida na proveta. Dessa forma, a alteração de massa específica está relacionada à expansão da massa de pão, o que é esperado por haver um aumento do volume sem alteração da massa.

O professor deve levantar a seguinte problematização: qual o menor valor de massa específica do pão no final da fermentação? Qual proteína é responsável pela elasticidade da massa do pão? Explicação: a liberação do gás carbônico proporciona a expansão da massa,

diminuindo a massa específica do pão fermentado. É possível que seja o glúten o responsável por essa expansão.

Os Quadros 01 e 02 presentes nos Apêndices desta Sequência também são utilizados nessa oficina como instrumentos pedagógicos. A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 01.

### **7.3 Oficina n.º 06: Colocando a mão na massa**

#### **Objetivo geral da aprendizagem**

Desenvolver o conhecimento científico ancorando-o ao contexto social do aluno, objetivando a formação de um cidadão mais consciente, criativo, com espírito investigativo, bem como imbuído de valores éticos e morais, e capacidade de desenvolver ações modificadoras.

O educando deve identificar o fenômeno de transformação da matéria trabalhada na perspectiva macroscópica a partir de sua própria visão de mundo, e, com suas percepções e impressões, ser capaz de descrever cada etapa com significado alinhado ao seu pensamento sobre o modo como o fenômeno acontece.

#### **Objetivos específicos de aprendizagem**

##### **Conceituais**

- Compreender o fenômeno observado nas dimensões teórica, representacional e fenomenológica, percebendo a forma como estão interrelacionadas;
- Refletir, questionar e desenvolver o pensamento científico a partir da observação crítica do fenômeno estudado, transpondo essa observação de uma ação mecânica para uma ação intelectual;
- Reconhecer os fenômenos químicos que ocorrem no dia a dia relacionados ao tema abordado;
- Formular hipóteses sobre as transformações dos alimentos;
- Construir o conhecimento químico a partir das interpretações realizadas ao longo do processo.

##### **Procedimentais**

- Investigar os processos de transformação de matéria e compreender o que acontece em cada um deles;
- Discutir as evidências observadas com um caráter científico;
- Verbalizar a linguagem científica construída por meio do uso dos signos que constituem a Química.
- Preparar e cozinhar a massa de pão.
- Correlacionar todo o conteúdo trabalhado em sala com suas vivências, criando sentido com o conteúdo que está sendo construído;
- Expressar seu entendimento e suas hipóteses sobre os conteúdos abordados por meio do diálogo;
- Propor possíveis explicações para os fenômenos em estudo;
- Descrever fatos presenciados.

### **Atitudinais**

- Demonstrar autonomia;
- Estabelecer confiança e respeito nas relações em grupo;
- Demonstrar responsabilidade e cooperação com o grupo;
- Desenvolver participação e iniciativa;
- Refletir sobre o trabalho realizado.

### **Habilidade da Base Nacional Comum Curricular**

EM13CNT301: Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

### **Conteúdos**

- Transformações químicas, conceito de fermentação, processo aeróbico e anaeróbico, fermentação láctica.
- Ácidos e Bases.

### **Dinâmica**

- Aula experimental investigativa.

**Material necessário**

- 1 kg de farinha de trigo;
- 1 kg de açúcar;
- 1 tablete de fermento biológico, com quatro cubinhos de 15 gramas cada um;
- Garrafas plásticas;
- Balões de borracha;
- Funis;
- Copos descartáveis;
- Água morna (50 °C) e
- Barbante.

Inicialmente, é aplicado um questionário para avaliar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os conteúdos programáticos relacionados à produção de pão. As perguntas abordam o conceito de fermentação, processo aeróbico e anaeróbico, fermentação láctica, aspectos históricos e culturais da produção de pão.

O professor pode perguntar se os alunos já acompanharam o preparo de um pão e se observaram mudanças no estado inicial e final desse alimento. Discussão sobre o que eles acham que ocorre nesse caso e organização da turma em grupos, comunicando a realização de experimentos para observar a transformação do pão.

Primeiro, eles prepararão a massa, sem adicionar fermento (Figura 16). Deve ser solicitado que juntem um pouco de farinha, açúcar (matéria orgânica para ser consumida durante o processo de fermentação) e água num copo.

**Figura 16** - Colocando a mão na massa.



Fonte: Da autora, 2021.

Os alunos devem formular hipóteses e levantar suposições sobre os fenômenos observados, como também serem orientados a tomar nota dos acontecimentos antes, durante e após o experimento, a fim de que desenvolvam habilidades de observação e registro, o que vai ajudá-los a chegar a conclusões sobre o que será observado. O professor pode auxiliá-los construindo uma tabela no quadro para enumerar todas as hipóteses mencionadas pelos grupos.

Em seguida, pode ser proposto que separem um pequeno pedaço da massa, adicionem a ela o fermento e misturem bem. Os alunos devem ser orientados a fazer uma bola com a

massa e a esperar cerca de 20 minutos, observando o que ocorre. A massa crescerá nesse tempo.

O professor pode questionar sobre a ocorrência de transformações. Depois, o professor deve pedir que cortem a bola e observem as bolhas que se formaram na massa, solicitando aos alunos que tomem nota do que foi observado e que discutam sobre a formação das bolhas. Os alunos devem ser orientados a formular hipóteses: por que a massa cresceu? O aparecimento das bolhas tem relação com o crescimento da massa de pão?

Todas as hipóteses levantadas pelos alunos, certas ou erradas, devem ser discutidas. Em seguida, os alunos devem cheirar a massa. Eles sentirão um leve odor de álcool, que é um dos produtos da reação química ocorrida. Dessa forma, o professor deve explicar que houve uma fermentação alcoólica, com liberação de etanol e gás carbônico.

Os Quadros 01 e 02 presentes nos Apêndices desta Sequência também são utilizados nesta oficina como instrumentos pedagógicos. A última etapa envolve a produção de um relatório que segue o mesmo roteiro de etapas da matriz contida no Quadro 01.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na busca pela compreensão do processo de ensino-aprendizagem com o intuito de produzir uma aprendizagem que desenvolva competências na área de Química e que trabalhe o conhecimento científico para torná-lo usual na vida do aluno, nos propusemos a organizar uma proposta pedagógica que possibilitasse ao professor acompanhar a construção do conhecimento com um olhar apurado, de forma global, sobre como essa aprendizagem acontece em sala de aula e quais fatores que interferem são essenciais para serem observados e acompanhados.

A partir da análise dos elementos que são apontados por cada autor pesquisado, conseguimos pensar em uma proposta pedagógica que trouxesse o entendimento dos elementos que interferem no meio em que acontece a aprendizagem, possibilitando uma visão ampla de como o conhecimento químico vai sendo construído, de como a mente do aluno vai conectando os conceitos e estabelecendo as relações de significação, e de como o aluno vai se apropriando da ciência e constituindo-a como ferramenta social e cultural na sua formação cidadã.

Os autores caminham juntos durante todo o processo de ensino-aprendizagem e, suas concepções trazem um olhar holístico e afinado ao processo. A escolha por uma sequência de ensino investigativa (CARVALHO et al., 1994) foi muito condizente com a proposta de uma construção processual do conhecimento pensada por Vygotsky em sua teoria.

A escolha dos experimentos possibilitou a observação e a construção do conhecimento da Química para que seja desenvolvido por investigação e a partir de suas três abordagens: fenomenológica, teórica e representacional (MACHADO, 2014), possibilitando ao aluno um entendimento integral dos assuntos abordados.

A forma como as atividades foram organizadas para serem desenvolvidas por problematização, colocam o aluno no centro do processo de aprendizagem relacionada aos estudiosos Piaget, Vygotsky e Freire, trazendo a perspectiva de cada autor para somar olhares científicos sobre o que está interferindo no alcance dos resultados.

O uso dos conhecimentos prévios e a ancoragem dos novos conhecimentos a conhecimentos já presentes na estrutura cognitiva do aluno estão sob o olhar de Ausubel e Freire. O contexto social de interação é confirmado nas concepções de Piaget, Vygotsky e Freire; e, a concepção de que o aluno é uma construção social e cultural é concebida dentro da perspectiva de Vygotsky e Freire.

Percebemos que os autores participam de todo o processo de ensino-aprendizagem e que, de maneira muito harmônica, vão imprimindo suas contribuições, trazendo informações relevantes e possibilitando, assim, o desenvolvimento do ensino e a construção da aprendizagem em que o conhecimento químico é produzido como uma ferramenta sociocultural contextualizada à vida do aluno.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, R. C.; CASAL, S.; OLIVEIRA, B. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade. *Química Nova*, v. 32, n. 8, p. 2169-2180, 2009.
- AVALLONE, S.; GUIRAUD, J. P.; GUYOT, B.; OLGUIN, E.; BRILLOUET, J. M. Polysaccharide constituents of coffee bean mucilage. *Journal of Food Science*, v. 65, n. 8, p. 1308-1311, 2000.
- BOLAFFI, G. **A saga da comida**. 2. ed. Rio de Janeiro: Record, 2000.
- BRASIL. Ministério da saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Resolução - CNNPA n.º 38, de 21 de dezembro 1977**. Disponível em: <[bvsms.saude.gov.br/bvs/1977/res0038\\_21\\_12\\_1977](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/1977/res0038_21_12_1977)>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- BRASIL. Planalto federal. **Lei 10.674**, de 16 de maio de 2003. Obriga a que os produtos alimentícios comercializados informem sobre a presença de glúten, como medida preventiva e de controle da doença celíaca. Brasília, DF. Disponível em: <[www.planalto.gov.br/leis/2003/l10.674.htm](http://www.planalto.gov.br/leis/2003/l10.674.htm)>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- CARVALHO, A. M. P. de. **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2020, 152 p.
- CARVALHO, V. D.; CHAGAS, S. J. R.; CHALFOUN, S. M.; BOTREL, N., JUNIOR, E. S. G. J. Relação entre a composição físico-química e química do grão beneficiado e qualidade de bebida do café 1-Atividades de polifenoxidase e peroxidase, índice de coloração de acidez. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 29, n. 3, p. 449-454, 1994.
- COELHO, F. S.; TRISTÃO, J. C.; QUADROS, A. L.; GIL, R. P. F. **Cozinhando com química: o pão-nosso-de-cada-dia**. Anais do VII ENPEC. Florianópolis, 2009.
- FILHO, W.G.V. **Tecnologia de bebidas: matéria-prima, processamento, BPF/APPCC, legislação e mercado**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005. 122p.
- HERMSDORFF, Carolina. *Pão para toda hora*. Disponível em: <<http://euamopao.com.br/not/poesias-2011>>. Acesso em: 20 de jan de 2021.
- JACOB, H. E. **Seis mil anos de pão: a civilização humana através de seu principal alimento**. São Paulo: Nova Alexandria, 2003.
- KOVALCIK, Adriana et al. **Valorization of spent coffee grounds: a review**. Food And Bioproducts Processing, [s.l.], v. 110, p. 104-119, jul. 2018. Elsevier BV. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbp.2018.05.002>>. Acesso em: 17 fev. 2021.
- LIMA, M. V. **Propriedades físico-químicas do café (*Coffea arabica* L.) submetido a diferentes métodos de preparo pós-colheita Engenheiro Agrônomo**. 2006.117f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2006.

MACHADO, A. H. **Aula de Química: discurso e conhecimento**. 3. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014, 200 p.

MANARINI, T. **A química da comida saudável**. São Paulo: Abril, 2013.

MONTEIRO, M. C.; TRUGO, L. C. Determinação de compostos bioativos em amostras comerciais de café torrado. **Química nova**, v. 28, n. 4, p. 637, 2005.

ROCHA, E.M.P. FERREIRA, M.A.T. Análise dos indicadores de inovação tecnológica no Brasil: Comparação entre um grupo de empresas privatizadas e o grupo geral de empresas. **Ciências e Informação**. v. 30, n. 2, p. 64-69, 2001.

SARRAZIN, C.; LEQUÉRE, J. L.; GRETSCH, C.; LIARDON, R. Representativeness of coffee aroma extracts: a comparison of different extraction methods, **Food Chemistry**, v.70, p. 99-106, 2000.

SIVETZ, M.; FOOTE, H. E. **Bebidas: Tecnología, Química y Microbiología**. Zaragoza: Acribia S. A., 1997. 198p.

TERRA, Vilma Reis; LEITE, Sidnei Quezada Meireles. **Educação química mediada por sequência de ensino investigativo de produção de pão**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ). Florianópolis, SC, Brasil – 25 a 28 de julho de 2016. Disponível em:<<https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0694-1.pdf>>. Acesso em: 22 de jan de 2021.

## APÊNDICE A

**Quadro 01** - Matriz proposicional com as etapas da sequência de ensino investigativa.

<b>MATRIZ PROPOSICIONAL DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA</b>		
Etapas da experimentação investigativa e descrição das ações realizadas em cada uma.		
1	<b>Problematização</b>	Descrição do problema a ser solucionado
2	<b>Conhecimentos Prévios</b>	Discussão dos conhecimentos prévios dos alunos e contextualização com o assunto tratado
3	<b>Hipóteses</b>	Levantamento e formulação de hipóteses, questões de estudo, definição de objetivos e contexto.
4	<b>Pesquisa</b>	Pesquisa sobre o problema colocado em busca das soluções.
5	<b>Metodologia</b>	Descrição dos procedimentos utilizados (planejamento da investigação).
6	<b>Experimentação e Observação</b>	Trabalho com os fenômenos no que eles mais têm de visível e mensurável, elaborar uma forma de olhar e falar sobre o fenômeno.
7	<b>Descrição dos fenômenos</b>	Construção de afirmações baseadas em evidências para a explicação do fenômeno.
8	<b>Análise dos dados</b>	Discussão os dados construídos e observados.
9	<b>Argumentação</b>	Desenvolvimento da elaboração das explicações causais para o fenômeno observado.
10	<b>Conclusão</b>	Reflexão Crítica e proposta de solução.
11	<b>Relatório</b>	Elaboração de um texto dissertativo com todos os tópicos trabalhados na experimentação investigativa.

Fonte: Da autora, 2021.

## APÊNDICE B

**Quadro 02** - Matriz de Avaliação da sequência de ensino investigativa.

<b>MATRIZ DE AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA</b>				
Nome da escola:				
Nome do aluno:				
Série:			Turno:	
Tema:			Data:	
Etapas da experimentação investigativa		Conteúdos desenvolvidos		
		Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
1	<b>Problematização</b>			
2	<b>Conhecimentos Prévios</b>			
3	<b>Hipóteses</b>			
4	<b>Pesquisa</b>			
5	<b>Metodologia</b>			
6	<b>Experimentação e Observação</b>			
7	<b>Descrição dos fenômenos</b>			
8	<b>Análise dos dados</b>			
9	<b>Argumentação</b>			
10	<b>Conclusão</b>			
11	<b>Relatório</b>			

Fonte: Da autora, 2021.

Para o preenchimento dessa matriz o professor vai observar o desenvolvimento dos conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais que cada aluno vai desenvolvendo nas etapas da experimentação realizada. Os conteúdos estão descritos detalhadamente no começo de cada oficina da SEI.