

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**CONCEPÇÕES SOBRE AS CONDIÇÕES IDEAIS
DE CONSUMO DE ÁGUA: CONTRIBUIÇÕES
PARA O ENSINO DE BIOLOGIA**

DANIEL GOMES

ORIENTADOR (A): PROF. DR. FRANCISCO DAS CHAGAS ARAÚJO SOUSA

**Teresina – PI
2022**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PIAUÍ

CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

**CONCEPÇÕES SOBRE AS CONDIÇÕES IDEAIS
DE CONSUMO DE ÁGUA: CONTRIBUIÇÕES
PARA O ENSINO DE BIOLOGIA**

DANIEL GOMES

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador(a): Prof. Dr. Francisco das Chagas Araújo Sousa

Teresina – PI

2022

G633c Gomes, Daniel.

Concepções sobre as condições ideais de consumo de água:
contribuições para o ensino de biologia / Daniel Gomes. – 2022.
136 f.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Piauí –
UESPI, Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia,
Campus Poeta Torquato Neto, Teresina-PI, 2022.

“Orientador Prof. Dr. Francisco das Chagas Araújo Sousa.”

“Área de concentração: Ensino de Biologia.”

1. Educação. 2. Investigação. 3. Água. 4. Análise.
I. Título.

CDD: 570.7

**CONCEPÇÕES SOBRE AS CONDIÇÕES IDEAIS
DE CONSUMO DE ÁGUA: CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO
DE BIOLOGIA**

DANIEL GOMES

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO da Universidade Estadual do Piauí, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia. Área de concentração: Ensino de Biologia

Aprovado em 01 de setembro de 2022.

Membros da Banca:

Francisco das Chagas Araújo Sousa

Prof(a). Dr(a). Francisco das Chagas Araújo Sousa

(Presidente da Banca – UESPI)

Francisca Lúcia de Lima

Prof(a). Dr(a). Francisca Lúcia Lima

(Membro Titular – UESPI)

Francisco Laurindo da Silva

Prof(a). Dr. Francisco Laurindo da Silva (Membro Titular – UEMA)

Teresina – PI
2022

À minha mãe, Maria de Nazaré Gomes, por sempre acreditar em mim e por ter abdicado sua vidas em prol das realizações e da felicidade de seus filhos.

Aos amigos, Gualberto, Tupi, Jesus, Daniel, Alan e Alberto por sua preocupação, ajuda e incentivo durante a jornada do mestrado.

A todos os profissionais que fazem o sucesso do PROFBIO.

À minha amada esposa Carlane, por todo amor, incentivo, apoio e compreensão. Nada disso teria sentido sem você na minha vida

RELATO DO MESTRANDO

O PROFBIO se mostrou um programa de pós graduação de enorme impacto na minha formação, ao contribuir de forma efetiva para o meu crescimento quanto profissional da educação.

Isso ficou evidenciado por meio da oportunidade em estudar e aplicar conceitos que fazem referência ao ensino por investigação. Uma maneira de aprofundar os conhecimentos didáticos, bem como de aperfeiçoar a prática de ensino, o que contribui para uma visão moderna em educação.

Fica claro, quando se proporciona um ambiente adequado ao processo de ensino aprendizagem, ao instigar o educando a vivenciar a ciência, a refletir sobre temas relevantes a sociedade e incorpora-los a uma prática experimental, uma maneira eficaz em dar significado ao objeto de estudo.

Vale contudo ressaltar sobre os vários momentos de dificuldades enfrentadas durante essa trajetória, na qual se pode destacar a pandemia de COVID-19, uma vez que logo no início das aulas houve a necessidade da realização de um hiato para que fosse possível o replanejamento e adequações as ações previstas no programa, que fez da tecnologia da informação um instrumento essencial para incorporação das aulas remotas, enfim, que representou naquele contexto um momento de incertezas e de grande pesar pelas vidas que levou.

Ainda assim, o PROFBIO por meio de seus profissionais, demonstrou resiliência e conseguiu elevar a outro patamar o processo de qualificação docente+, uma vez que proporcionou uma enormidade de experimentação, que nos deu autonomia para a elaboração de projetos e práticas, e reflexão sobre os temas que eram abordados a cada semana.

No que diz respeito a qualificação profissional, a formação continuada tem em seu cerne o objetivo de aclarar dúvidas, promover a atualização de conhecimentos e demandas educacionais, principalmente no que se refere a área das ciências naturais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de Financiamento 001.

À Universidade Estadual do Piauí-UESPI, pela representação do programa PROFBIO, à Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Ao Prof. Francisco da Chagas Araújo Sousa, pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação tão importantes. Obrigado por acreditar em mim e pelo incentivo. Tenho certeza que não chegaria neste ponto sem o seu apoio. Você foi e está sendo muito mais que orientador: para mim será sempre mestre e amigo.

Aos membros da banca examinadora, Prof.^a Francisca e Prof. Laurindo, que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação.

À Prof^a Emília, agradeço ainda pelas conversas breves, porém importantíssimas para o esclarecimento de minhas dúvidas.

Ao professor Laurindo, agradeço pela orientação e pelos materiais que me cedeu para a análise da água e que foram importantíssimos para a conclusão deste trabalho.

À minha mãe, por todas as lições de amor, companheirismo, amizade, caridade, dedicação, abnegação, compreensão e perdão. Sinto-me orgulhoso e privilegiado por tê-la ao meu lado.

À minha amada esposa Carlane, por todo amor, carinho, compreensão e apoio em tantos momentos difíceis desta caminhada. Obrigado por permanecer ao meu lado. Obrigado pelo presente de cada dia, pelo seu sorriso e por saber me fazer feliz.

Aos amigos, Gualberto, Tupi, Jesus, Daniel, Alan e Alberto por sua preocupação, ajuda e incentivo durante a jornada do mestrado.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

Epígrafe

*[...]Então continue, há um sentido para a vida
Que algum dia podemos encontrar
Continue, é hora de esquecer
Os restos do passado para continuar.*

(André Matos)

RESUMO

A água se constitui como um bem inestimável, por diversos fatores de natureza biológica, o que justifica uma abordagem quanto a sua qualidade e formas de tratamento no ambiente escolar, metodologia investigativa que contribua para a formação de um aluno consciente e crítico, capaz de tornar o cidadão apto a tomada de decisões sobre questões que envolvam ciência, tecnologia e meio ambiente. O trabalho tem por objetivo verificar as contribuições da aplicação de uma sequência investigativa (SEI) com a temática água para o ensino de Biologia em uma escola do Município de Teresina. A proposta do trabalho será uma aplicação de uma sequência investigativa que terá como temática a água e se dará por meio das seguintes etapas: elaboração de mapas conceituais, ensaio sobre as características físicas da água, ensaio sobre a solubilidade da água, e por fim uma análise microbiológica da água da escola. Por meio da aplicação da SEI ficou evidenciado seu potencial em colocar o estudante como ser ativo, protagonista quanto a construção de conceitos inerentes ao processo de tratamento da água e análise microbiológica tais como: soluto, solvente, dissolução, polaridade, coliformes, entre outras. A promoção de uma relação horizontal entre professor aluno também se constituiu como uma notável contribuição para tornar o ambiente de sala de aula propício ao aprendizado, além da sensibilização dos alunos quanto a questões ambientais e desenvolvimento do aspecto crítico e alfabetização científica quanto a questões que envolvam ciência, tecnologia e meio ambiente. Apesar dos avanços quanto aos indicadores citados que contribuem para a construção de conhecimentos significativos a respeito do tema água, ainda há muito o que avançar no que diz respeito a quebra de paradigmas educacionais tradicionais, pois ainda há muita resistência as mudanças por parte dos estudantes, visto as dificuldades inerentes a falta de leitura e interpretação, uso exacerbado da memorização, apatia e desmotivação por uma grande parcela do alunado.

Palavras-chave: Educação, Investigação, Água, Análise.

ABSTRACT

Water is constituted as an invaluable asset, due to several factors of a biological nature, which justifies an approach regarding its quality and forms of treatment in the school environment, an investigative methodology that contributes to the formation of a conscious and critical student, capable of making the citizen capable of taking decisions on issues involving science, technology and the environment. The objective of this work is to verify the contributions of the application of an investigative sequence (SEI) with the theme of water for the teaching of Biology in a school in the Municipality of Teresina. The proposal of the work will be an application of an investigative sequence that will have water as its theme and will take place through the following steps: elaboration of conceptual maps, an essay on the physical characteristics of water, an essay on the solubility of water, and finally a microbiological analysis of school water. Through the application of the SEI, its potential to place the student as an active being, protagonist regarding the construction of concepts inherent to the water treatment process and microbiological analysis, such as: solute, solvent, dissolution, polarity, coliforms, among others, became evident. The promotion of a horizontal relationship between teacher and student was also a notable contribution to making the classroom environment conducive to learning, in addition to raising students' awareness of environmental issues and developing the critical aspect and scientific literacy regarding issues involving science, technology and the environment. Despite advances in the aforementioned indicators that contribute to the construction of significant knowledge on the water theme, there is still a lot to advance in terms of breaking traditional educational paradigms, as there is still a lot of resistance to changes on the part of students, given the difficulties inherent in the lack of reading and interpretation, exacerbated use of memorization, apathy and lack of motivation by a large portion of the students.

Keywords: Education, Research, Water, Analysis.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 5.1.** Fotografias a), b), c), d) referentes aos mapas conceituais produzidos pelos grupos.....66
- Figura 5.2.** Imagens a) e b) dos Quadros de análise dos estudantes sobre a solubilidade das substâncias..... 72
- Figura 5.3.** a) e b) Fotografia do material utilizado no ensaio de solubilidade.....73
- Figura 5.4.** Gráficos da frequência das repostas dos estudantes em cada classe de 0-4 no pré-teste e pós-teste..... 82
- Figura 5.5.** Gráfico representando a frequência das respostas dos estudantes ao pré teste e pós-teste em relação às categorias (Classe 0-4), para cada questão (Questões de 1-9).....85

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1. Número de alunos participantes e não participantes.....	49
Tabela 5.2. Impactos negativos na aplicação da SEI e suas consequências.....	52
Tabela 5. 3 Aspectos psicológicos negativos e as causas mais comuns	54
Tabela 5.4. Descrição dos grupos com o número de alunos do turno manhã, Teresina-Piauí.....	55
Tabela 5.5. Descrição dos grupos com o número de alunos do turno tarde, Teresina-Piauí.....	56
Tabela 5. 6 Possíveis significados associados as falas dos estudantes.....	64
Tabela 5.7. Resposta para as questões problemas.....	70
Tabela 5.6. Categorização das respostas dos alunos quanto a sua compreensão sobre a temática tratamento e análise microbiológica da água, antes do início da aplicação da prática e discussões. (Pré-Teste)	80
Tabela 5.7. Categorização das respostas dos alunos quanto a sua compreensão sobre a temática tratamento e análise microbiológica da água, apos do início da aplicação da prática e discussões. (Pós-teste)	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente;

PROFIBIO – Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio;

BNCC – Base Nacional curricular Comum no Ensino Médio;

MS – Ministério da Saúde;

OMS – Organização Mundial da Saúde;

SARS – Síndrome Respiratória Aguda Grave;

MERS – Síndrome Respiratória do Oriente Médio;

SARS-Cov-2 – *Severe Acute Respiratory Syndrome-Related Coronavirus* (Síndrome respiratória aguda grave);

COVID-19 – *Corona Virus Disease 2019* (Doença infecciosa causada por corona vírus 2019);

EaD – Ensino a distância;

AVA – Ambiente Virtual De Aprendizagem;

SEI – Sequência de Ensino por Investigação;

TDIC – Tecnologias Digitais de Informação E Comunicação;

ETE – Estações de Tratamento De Efluentes;

TCLE – Termos de Consentimentos Livre E Esclarecido;

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido;

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento;

VMP – Valores Máximos Possíveis

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	13
2 – REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1 Água – Um bem inestimável.....	14
2.2 Propriedades físico químicas da água.....	14
2.2.1 Polaridade	14
2.2.2 Dissolução.....	15
2.3 Propriedades coesivas e adesivas da água	15
2.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH).....	16
2.3.2 Autoionização da água	16
2.3.3 Densidade	17
2.3.4 Calor latente e calor específico da água	18
2.4 Poluentes e os recursos hídricos	Erro! Indicador não definido. 19
2.5 Histórico sobre a norma brasileira para a qualidade da água	21
2.6 Tratamento de água	22
2.7 Agentes biológicos contaminantes da água	24
2.8 Ensino de Microbiologia e a Educação Básica	24
2.9 Concepção Tradicional do Ensino de Biologia	27
2.10 A Importância em aliar a teoria e prática no ensino de Biologia	28
2.11 O letramento científico no Ensino Médio	30
2.12 Ensino por investigação	31
2.13 A epistemologia genética	34
2.14 A epistemologia sócio Interacionista	35
2.15 A Base Nacional curricular Comum no Ensino Médio (BNCC) e as Ciências Naturais	37
3 – OBJETIVOS	39
3.1 Gerais	39
3.2 Específicos	39
4 – METODOLOGIA	40
4.1 Métodos e Procedimentos.....	40
4.1.1 Quanto a natureza.....	40

4.1.2	<i>Forma de abordagem</i>	40
4.1.3	<i>População amostral</i>	40
4.1.4	<i>Critérios de inclusão e exclusão</i>	40
4.1.5	<i>Intervenção pedagógica</i>	41
4.2	<i>Análise e interpretação dos dados</i>	47
4.2.1	<i>Análise 01(Qualitativa)</i>	47
4.2.2	<i>Análise 02(Quantitativa)</i>	47
5	– RESULTADOS E DISCUSSÕES	49
5.1	<i>Apresentação da SEI e início da aplicação</i>	49
5.2	<i>Impacto inicial da na apresentação da SEI</i>	50
5.3	<i>Aspectos psicológicos e seu impacto no processo de ensino e aprendizagem</i> ..	53
5.4	<i>Ensaio 01 – construção dos mapas e sistematização dos conhecimentos</i>	55
5.5	<i>Análise das apresentações dos mapas conceituais</i>	56
5.5.1	<i>Inconsistências no processo investigativo – mapas conceituais</i>	56
5.5.2	<i>Destaques na vivência investigativa – mapas conceituais</i>	59
5.5.3	<i>A construção dos mapas conceituais (Análise do material produzido)</i> ...	65
5.6	<i>Ensaio 02 – Análise do aspecto físico da água</i>	67
5.6.1	<i>Levantamento de hipóteses</i>	67
5.6.2	<i>Sistematização dos conhecimentos</i>	67
5.6.3	<i>Análise sobre as características físicas da água</i>	68
5.7	<i>Ensaio 03 – Sobre a solubilidade da água</i>	71
5.7.1	<i>Hipóteses e conclusões levantadas quanto ao NaCl (cloreto de sódio)</i> .	73
5.7.2	<i>Hipóteses e conceitos levantados a respeito da solubilidade da serragem (madeira)</i>	74
5.7.3	<i>Hipóteses e conceitos levantados a respeito da solubilidade do óleo de cozinha</i>	75
5.7.4	<i>Hipóteses e conceitos levantados em relação a solubilidade do etanol(álcool)</i>	77
5.7.5	<i>Hipóteses e conceitos levantados a respeito da solubilidade do detergente</i>	78
5.7.6	<i>Análise da pergunta norteadora sobre a relação: solubilidade e tratamento da água</i>	79

5.8 Ensaio 04 - Análise microbiológica da água	79
5.8.1 Considerações iniciais.....	79
5.8.2 Análise microbiológica da água	80
5.8.3 Análise qualitativa dos relatórios produzidos	86
5.8.4 Sistematização dos conhecimentos a respeito da análise microbiológica da água.....	87
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	93
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	95
8 – PRODUTOS.....	110
APÊNDICE A*	135
APÊNDICE B*	136

1. INTRODUÇÃO

Ao partir de uma temática de cunho ambiental é que se deve levar em consideração uma abordagem sobre a água e sua qualidade, tendo em vista que a mesma vem se deteriorando ao longo tempo. Especialmente nas últimas décadas, devido a problemas relacionados ao aumento da poluição após a segunda guerra mundial, com o processo de industrialização.

Então diante dessa situação, qual seria a contribuição da aplicação de uma sequência didática investigativa que leve em conta as concepções sobre as condições ideais de consumo de água para o aprendizado dos estudantes do segundo ano de uma escola estadual do município de Teresina?

Diante desse contexto, fica evidente a importância em se introduzir nas aulas de biologia, conhecimentos específicos a respeito do processo de tratamento de água, bem como os riscos inerentes a agentes biológicos contaminantes que possam estar presentes. Geralmente, apenas os aspectos relacionados a poluição e ao tratamento são abordados em uma ótica descontextualizada e de forma expositiva dos conceitos.

Dessa forma, a aplicação de metodologias ativas que estimulem a vivência científica são fundamentais para promover no aluno, o desenvolvimento das competências e habilidades necessárias para o fomento de um senso crítico. Estudante capaz de realizar leitura, pesquisa, comparação, observação, organização de dados, elaboração de hipóteses, crítica, análise, tomada de decisões, entre outras (SOUZA, IGLESIAS; PANZIN- FILHO,2014).

A pesquisa proposta tem por objetivo estabelecer as contribuições inerentes ao processo de ensino investigativo, por meio da elaboração de uma sequência didática investigativa com a temática água. Na qual, serão desenvolvidas atividades tais como: elaborar mapas conceituais, aplicar ensaios experimentais sobre propriedades da água, bem como a análise microbiológica de amostras de água.

Dessa maneira, o estudante poderá ser capaz de atuar de maneira crítica na sociedade, ao contribuir de forma ativa nas discussões sobre ciência e tecnologia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Água

A água é a substância que aparece em maior quantidade nos seres vivos, onde se tem como composição aproximadamente 70% de sua massa. Provavelmente os primeiros seres vivos surgiram na água, visto que a evolução orgânica e consequente surgimento da vida, teve nas propriedades aquosas seu cerne (LENINGER, 2014).

Essa substancia é a mais abundante na natureza, ocorrendo em rios, lagos, oceanos, mares e calotas polares. Dentre os reservatórios onde pode ser encontrada, mais de 99% estão nos oceanos, geleiras, umidade do solo e ar. Já quando se fala do total de água doce disponível, esse número cai para um valor próximo a 3%, ou 40.10^{15} litros, onde 2% estão associadas as calotas (não disponível na forma líquida), restando dessa maneira 1% de forma disponível em rios, lagos e subterrâneas (GOMES; CLAVICO, 2005).

Um simples achado de água na forma líquida permite inferir a existência de vida (pelo menos como a conhecemos) seja no mais árido e quente deserto, seja nos gélidos secos pólos da Terra ou ainda nas mais profundas fossas abissais (VIEIRA, 2005). Dessa forma, a água é um bem necessário para quase todas as atividades humanas, sendo ainda, elemento fundamental para a paisagem e meio ambiente. (BRANCO, 1993)

Barth *et. al* (1987) vai acrescentar ainda que a água é um bem precioso, de valor inestimável, que deve ser obtido a qualquer custo, conservado e protegido, ao se prestar para diversos usos: geração de energia, abastecimento, irrigação, entre outros.

2.2 Propriedades físico químicas da água

2.2.1 Polaridade

As propriedades da água têm relação direta com a sua estrutura molecular, visto que a mesma apresenta cargas parciais positivas nos hidrogênios, bem como a presença de cargas parciais negativas em relação a seus oxigênios. A formação de

cargas tem por consequência o caráter polar dessa substância. A interação promovida por biomoléculas polares tem o potencial de dissolverem-se facilmente na água, uma vez que substituem a interação água-água por interações do tipo água – soluto (LENINGER, 2014).

A formação das cargas parciais está ligada ao fato de que o oxigênio é um elemento mais eletronegativo que o hidrogênio, sendo assim os elétrons compartilhados vão tender a ficar mais próximos do núcleo desse elemento (LENINGER, 2014).

2.2.2 Dissolução

A dissolução é uma consequência direta da polaridade da água. Um solvente é então uma substância com a capacidade de dissolver outras moléculas e compostos, aos quais denominamos de soluto. Sendo assim, as moléculas água tem a capacidade de interagir através de pontes de hidrogênio com outras moléculas e solubiliza-las. (BRASIL, 2022).

Apesar de a água ser considerada um “solvente universal”, deve se ter em mente que ela dissolve substâncias com caráter polar, ou seja, aquelas que sejam consideradas hidrofílicas. Substâncias apolares não podem ser dissolvidas em água, interagindo apenas com solventes orgânicos de mesma natureza apolar, sendo conhecidas como substâncias hidrofóbicas.

2.3 Propriedades coesivas e adesivas da água

A água tem a capacidade de manter as suas moléculas unidas umas às outras por meio de interações do tipo pontes de hidrogênio. Essa característica é o que permite por exemplo que insetos caminhem sobre a superfície da água (BRASIL, 2022).

É por meio da coesão que se gera a chamada tensão superficial, capacidade da substância em resistir a ruptura quando colocada sob tensão ou estresse. As forças coesivas estão relacionadas a propriedade de adesão da água, atração entre as moléculas de água e outras moléculas (BRASIL, 2022).

Além disso, a tensão superficial da água é a mais alta entre todos os líquidos (0,073 N m⁻¹) e garante o perfeito equilíbrio entre o líquido que escoar nos rios e

canais, a formação das gotas, a penetrabilidade da água em poros e microporos, a transferência e condução da água através de membranas e a miscibilidade da água com outras substâncias líquidas (DUARTE, 2014)

Um exemplo disso, é quando a água é transportada pelo xilema em caules de plantas, as fortes atrações entre as moléculas de água mantem a união da coluna de água, e as forças coesivas mantém a água presa ao xilema e impedem o rompimento da tensão causado pela corrente de transpiração (STUFCLIFFE, 1980).

2.3.1 Potencial hidrogeniônico (pH)

O termo pH (potencial hidrogênio iônico) é utilizado de forma usual para expressar o grau de acidez e basicidade da água. O balanço entre os íons hidrogênio H^+ e os íons hidróxido OH^- serão responsáveis por determinar se a água tem caráter ácido (pH inferior a 7) ou básico (pH superior a 7). Na água quimicamente pura os íons H^+ se encontram em equilíbrio com os íons OH^- e o meio é considerado neutro, ou seja, igual a 7 (LENINGER, 2014).

Os principais fatores que são determinantes para o pH da água são: o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade (medida total das substâncias presentes na água, capazes de neutralizar ácidos). Em água de mina a alcalinidade é devida, principalmente, aos carbonatos e bicarbonatos de cálcio e, secundariamente, aos íons hidróxidos, silicatos, boratos, fosfatos e amônia. O pH da água de mina varia geralmente entre 5,5 e 8,5 (ESTEVES, 1998).

2.3.2 Autoionização da água

A autoionização da água consiste na transferência de um próton entre duas moléculas de água com formação de íons hidróxido (OH^-) e hidrônio (H_3O^+), e essa transferência é possível devido ao caráter anfótero da água, ou seja, uma substância que tem a capacidade de atuar como ácido e base.

Trata-se então de uma reação bastante comum, e ocorre quando uma molécula que possui alguma ligação covalente altamente polar entre um hidrogênio e um segundo átomo dissolve-se na água. O átomo de hidrogênio dessa molécula doa fortemente seus elétrons para o átomo que estiver associado a ele, tornando-se um núcleo de hidrogênio sem elétrons, um próton H^+ . Quando moléculas de água rodeiam uma molécula polar, o próton é parcialmente atraído pela carga negativa parcial do

oxigênio da molécula adjacente, podendo separar-se do oxigênio da molécula de água original para associar-se com átomos de oxigênio de outras moléculas de água (ALBERTS, 2010).

A autoionização da água é relativamente pequena, uma vez que um litro de água pura contém apenas 1/10.000.000, ou 10^{-7} , moléculas de íons de hidrogênio. O meio usual de se expressar a concentração de íon hidrogênio é o pH, definido como o logaritmo negativo da concentração de íons hidrogênio: $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$ (RICHTER e NETTO, 1991).

As substâncias que se dissolverem em água liberam prótons para formar H_3O^+ são considerados ácidos. Quanto maior a concentração de H_3O^+ , maior será a acidez dessa solução. À medida que a concentração de H_3O^+ aumenta, menor será a de OH^- . O que está de acordo a equação de equilíbrio iônico da água: $[\text{H}_3\text{O}^+] [\text{OH}^-] = 1.10^{-14}$ (ALBERTS, 2010).

A alcalinidade pode ser entendida como a capacidade da água de neutralizar ácidos, e a acidez, como a capacidade de neutralizar bases (RICHTER e NETTO, 1991). Segunda a Portaria MS n° 2914/11, art. 39º, § 1º, recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5 (Ministério da Saúde, 2011). O pH da água “pura”, à 25°C, é igual a 7, já o pH das águas subterrâneas variam geralmente entre 5,5 e 8,5. Fatores como a temperatura, a adição de dióxido de carbono ou de hidróxido de sódio podem alterar o valor do pH da água. A temperatura altera o valor do pH, mas não o seu caráter ácido ou alcalino (FACTORES, 2007).

2.3.3 Densidade

A densidade de uma substância mede o grau de compactação dessa substância, sendo definida pela razão entre massa e volume $d=m/v$. De maneira geral as substâncias sólidas apresentam uma maior compactação do que aquelas que são líquidas ou gases e com o aumento da temperatura a tendência é que a densidade reduza, devido ao aumento do volume. (CLAVICO, GOMES, 2005).

Outro fato interessante, é que a maioria dos líquidos se contrai ao resfriar-se, alcançando a máxima densidade no ponto de congelamento. A água por sua vez, apresenta um comportamento incomum, pois raramente se congela até a solidéz, em

vista do fato de que apresenta sua densidade máxima quando atinge 4°C. Por isso, mesmo em regiões extremamente frias como o Ártico, quando a temperatura cai abaixo dos 4°C, ela sobe para a superfície devido a redução da densidade o que contribui para a formação do gelo. Isso promove o Isolamento das águas logo abaixo da camada de gelo, o que impede que ela atinja a temperatura de congelamento (STUFCLIFFE, 1980).

2.3.4 Calor latente e calor específico da água

Ao falarmos em **calor latente** da água devemos ter em mente que para haver a passagem do estado sólido para o estado de líquido ou gás, é necessário o rompimento das pontes de hidrogênio, ao passo que para se obter o efeito inverso é necessário o reestabelecimento dessas ligações. (REICHARDT, 1985).

De acordo com Klar, 1980, o calor latente pode ser de três tipos: fusão, vaporização ou sublimação. Tais calores dependem da quantidade de calor a ser fornecida ao sistema para que haja as mudanças de estado físico.

Sendo assim, a água é a substância que apresenta grandes valores enérgicos a serem fornecidos para que haja alterações significativas em sua estruturação molecular, superado, dentre os líquidos, apenas pelo amoníaco e pelo hidrogênio líquido (FUNASA, 2014). Um exemplo disso, são os pontos de fusão e ebulição que em condições normais de pressão atmosférica, são de 0°C e 100° C respectivamente. Nesse intervalo de temperatura, a água encontra-se em estado líquido, o que é fundamental para manutenção dos sistemas biológicos em funcionamento normal. Além disso a água irá apresentar um calor específico no valor de 1 cal. g.°C o que faz da água um ótimo tampão contra variações de energia no ambiente, pois é necessário fornecer muita energia para que a temperatura da água varie um pouco. (REICHARDT, 1985).

Sendo assim, o calor específico da água é fundamental para a existência da vida como a conhecemos, pois tem participação na a regulação da temperatura dos seres vivos, uma vez que é responsável por retirar o excesso de calor do corpo, o que auxilia diretamente para manutenção do funcionamento normal de enzimas importantes a vida (MORALES, 2018).

Um outro aspecto importante relacionado a água é que a mesma é um dos poucos líquidos que diminui sua densidade quando em estado sólido, o que contribui para a sobrevivência de diversas espécies, entre elas peixes e moluscos. E nas geleiras eternas dos polos (norte e sul), abrigados em cavidades de suas estruturas, encontra-se amostras da atmosfera de épocas remotas do globo terrestre. Estudos dessas estruturas, chamadas de clatratos, fornecem indicativos da composição da atmosfera e como ela variou ao longo do tempo (DUARTE, 2014).

2.4 Poluentes e os recursos hídricos

A água é um recurso natural essencial para toda e qualquer forma de vida existente, e isso se justifica pelo fato dela estar presente nos processos físicos, químicos e biológicos e sua representação por meio dos recursos hídricos desempenham um papel importante na manutenção da vida humana, dos ecossistemas e no desenvolvimento das populações (OLIVEIRA, 2017)

Além desse aspecto biológico, trata-se de um elemento de importância vital para atividades humanas, nas quais podemos destacar: o abastecimento industrial, irrigação, geração de energia elétrica, entre outras. (ESTEVES, 1998, NAYLOR et al, 2000, REBOUÇAS, 2002, SIEBERT, 2002, TUCCI, 2006, BRAGA et al., 2009; DÖLL & PAULINO et al., 2011; VICENTE et al., 2014).

Como mencionado anteriormente, apesar de água se apresentar como o composto químico em maior quantidade no planeta, cobrindo cerca de $\frac{3}{4}$ da superfície, apenas 5% dela é considerada própria para o consumo humano. Infelizmente a forma como é utilizada, tem sido de maneira inadequada, o que tem gerado um forte impacto sobre os recursos hídricos. O próprio crescimento populacional sem sido propulsor dessa alta na demanda, o que tem gerado como consequência problemas relacionados a sua escassez. (TUNDISI, 2003; MACHADO & TORRES, 2013).

Além da escassez, um elevado número de enfermidades pode ser veiculado por meio da água e a transmissão pode se dar por diversos meios. O mecanismo mais comum de transmissão de doenças se dá através ingestão, onde o indivíduo ingere água que contenha algum componente químico nocivo à saúde ou microrganismos oportunistas. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Outras situações de vulnerabilidade que tem relação com doenças associadas a água, são por exemplo: a quantidade insuficiente desse recurso, que pode acarretar em uma higienização deficitária, presença de água no ambiente físico, o que favorece a proliferação de vetores de doenças graves tais como a dengue, bem como da contaminação de efluentes por meio da rede de esgotos das cidades. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2006).

No Brasil, aproximadamente 80% de toda a água doce encontra-se na Amazônia, onde apenas 5% de toda a população brasileira reside, e os 20% restantes, são utilizados para o abastecimento do resto do país (BENEDETTI, 2013). De acordo com Do Carmo (2014), 20% da água destina-se às atividades industriais e 62% à produção agrícola. Há ainda estudos que demonstram que quase 40% de toda a água utilizada nas residências são destinadas a fins não potáveis (DUARTE et al, 2015).

Já em relação à questão da poluição dos recursos hídricos, o que se verifica é que a água pode ser contaminada no ponto de origem, durante a distribuição, ou ainda por reservatórios particulares, sejam elas de empresas ou domicílios. As causas mais frequentes da contaminação da água nesses reservatórios são a vedação inadequada das caixas d'água e cisternas, carência de um programa de limpeza e desinfecção regular periódica (YAMAGUCHI et al, 2013).

Outro tipo de poluição bastante comum é aquele associado aos esgotos, sejam eles domésticos ou industriais, ao qual são denominados efluentes, termo utilizado para designar águas que não apresentam mais suas características originais. Sendo constituída por água doméstica, excretas humanas, águas comerciais ou industriais. Tipo de poluição essa que tem relação íntima com outro problema que atinge milhares de brasileiros, o saneamento básico. O que é corroborado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) ao afirmar em 2010 que 47,8% dos municípios do Brasil não apresentavam rede de esgoto (PEREIRA et al., 2015).

Nesse sentido, grande parte da população brasileira vive sob péssimas condições de saneamento, o que contribui ainda mais para o surgimento de inúmeras doenças e por consequência epidemias que tem o potencial de impactar em grande escala a saúde pública. A água poluída e o esgoto são conhecidos por conter diferentes microrganismos como bactérias do grupo coliforme, vírus e vermes. Doenças vinculadas por esse recurso são causadas por patógenos de etiologia

entérica, ou seja, provenientes do intestino de humanos ou animais, transmitidos por via fecal-oral (DA SILVA et al., 2014).

Um fato que jamais deve ser ignorado, é que devemos dar uma maior atenção a qualidade da água, pois historicamente grandes surtos têm sua origem relacionada a contaminantes de efluentes por meio da distribuição (YAMAGUCHI, 2013). Algumas outras formas de contaminação que podemos citar são: a cutânea, preparo de alimentos, ou alimentos contaminados.

De acordo com Campos (2017), a ingestão de água contaminada pode representar um dos principais riscos à saúde, uma vez que existem agentes patogênicos causadores das mais diversas doenças infecciosas. Dentre elas podemos destacar a cólera, a diarreia, disenterias e febres entéricas. O autor ainda vai ressaltar que a diarreia continua a ser a principal causa de morte em crianças carentes, o que constitui uma enorme responsabilidade para a saúde pública.

Em virtude do que foi abordado, as ETE, estações de tratamento de efluentes são fundamentais para a manutenção da qualidade da água, uma vez que foram criadas para tratar a água utilizada(contaminada), tanto nas redes de esgoto domésticas, quanto industriais. De acordo com a Resolução 357, de março de 2005, do CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) em seu art.2º, inciso XV, classifica esse sistema como “corpo hídrico superficial que recebe o lançamento de um efluente” (BRASIL, 2005).

2.5 Histórico sobre a norma brasileira para a qualidade da água

Em 1977, por meio de determinação do decreto federal nº 79267 de 09 de março de (1977a), o Brasil estabeleceu as normas e o padrão de potabilidade da água para consumo humano, ficando a cargo do Ministério da Saúde seu cumprimento e fiscalização.

Também em 1977, o ministério da saúde publicava a primeira regulamentação a respeito da qualidade da água para consumo humano, válida em todo o território nacional, por meio da Portaria nº56/BSB de 14 de março de 1977.

Ainda em 1977, a organização mundial de saúde (OMS, 1977) introduz o termo e conceito “Vigilância e qualidade da água para consumo humano”.

Em 1986, o Ministério da Saúde implementou uma iniciativa de um programa nacional de Vigilância de qualidade da água para o consumo humano, bem como a revisão da norma e estruturação das secretarias estaduais.

Em 1990, foi publicada uma portaria de nº 36/MS/GM em 19 de janeiro, onde embora a nova norma incorporasse explicitamente os conceitos de vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano, poucos foram os avanços efetivos em relação à portaria de 1977. Dessa forma, permaneceu centrada no padrão de potabilidade e planos de amostragem, dirigida aos prestadores de serviço, responsáveis pelo controle de qualidade da água (FORMAGGIA et al., 1996; BASTOS et al., 2001).

No ano 2000, o Ministério da Saúde, por intermédio da CGVAM e em parceria com a representação da OPAS/OMS no Brasil, promoveu a revisão da Portaria nº 36 /1990, resultando na publicação da Portaria MS nº 1.469 de 20 de dezembro de 2000, “que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e define o padrão de potabilidade”

No ano de 2011 se procedeu à revisão da Portaria nº 518 / 2004, resultando na publicação da Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011).

No ano de 2017, o Ministério da Saúde resolve agrupar suas diversas normas em Portarias de Consolidação e, assim, a Portaria nº 2.914 / 2011 é incorporada, como Anexo XX, à Portaria de Consolidação nº 5 - Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2017). Não houve, entretanto, qualquer alteração de conteúdo em relação à Portaria nº 2.914 / 2011.

2.6 Tratamento de água

Ao retomarmos a história podemos perceber que antes do século XIX a qualidade da água associava-se apenas aos aspectos estéticos e sensoriais (odor, gosto e cor), que a contaminação das águas dos rios, reservatórios e lagos deu-se através da crescente expansão demográfica e industrial ocorrida ao longo dos anos. Com todas as alterações, os recursos hídricos passaram a trazer risco à saúde da população devido à má qualidade, sendo um veículo transmissor de diversos agentes químicos e biológicos (QUEIROZ et al., 2012).

Por se tratar de um recurso de fundamental importância para a vida, torna-se imprescindível o controle e exigência de sua qualidade, por meio de regulamentos técnicos específicos e legislações que garantam saúde e bem-estar à população humana e animal (MORAIS et al., 2016).

De acordo com Queiroz (2012), a potabilidade desse recurso se define através de diversos parâmetros e padrões estabelecidos por legislações sanitárias e normatizações. A portaria nº518, de 25 de março de 2004, estabelecida pelo Ministério da Saúde, preconiza todos os procedimentos e responsabilidades que devem ser empregados na qualidade da água para o consumo humano, além de seu padrão de potabilidade.

No ano de 2008, outra portaria foi aprovada, a de nº 396, que define a norma da água para o consumo e estabelece valores máximos possíveis (VMP) para características bacteriológicas, organolépticas, e físico químicas da água potável (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2008).

Já em relação a Portaria nº2914 de dezembro de 2011, o Ministério da Saúde (MS), define que quando o recurso hídrico é utilizado para o consumo humano o mesmo não deve apresentar coliformes totais e termotolerantes (BRASIL, 2012).

No meio rural, por exemplo, a água é bastante susceptível às diversas alterações, já que o abastecimento hídrico é nascente e poços artesianos, que normalmente, não possuem o devido cuidado higiênico sanitário (AMARAL et al., 2003), pois muitas vezes encontram-se próximos a áreas de pastagem animal, esterqueiras ou abatedouros (NUNES et al., 2010).

Devido a problemas sanitários como esse, é que se faz necessário um processo de tratamento que viabilize esse recurso e que o mesmo mantenha um alto nível de qualidade. Uma vez que a água, quando tratada, deve atender à padrões de potabilidade que são exigidos por legislação (BRASIL, 2021). Por isso quando se fala em tratamento, o processo convencional emprega a sedimentação com uso de coagulantes e é compreendido pelas seguintes operações unitárias: Coagulação, Floculação, Decantação, e Filtração para a Clarificação da água, seguida da Correção do pH, Desinfecção e Fluoretação (BOTERO, 2009).

Mas para a realização do tratamento completo da água, ela deve passar por diversos procedimentos nas quais eventuais falhas podem ocorrer, o que pode resultar em custos operacionais (FRANCISCO et al; 2011). Assim, o tratamento da água é dividido nas seguintes etapas: antes do tratamento: comprometimento de

mananciais, busca por mananciais distantes o que gera maior gasto energético, infraestrutura para adução, bombeamento, etc.

Durante o tratamento: consumo de produtos químicos, controle operacional, perda de água, consumo de energia elétrica e geração de resíduos; após o tratamento: qualidade da água tratada, análise de resíduos gerados e seu destino final. Em virtude dessas ações, o controle de qualidade em cada etapa possibilita à estação de tratamento de água (ETA) atender à critérios de qualidade e legislações pertinentes. (ACHON, 2008).

Outra forma de controle de qualidade da água é feita em um primeiro momento através de análises laboratoriais, ensaios físico químicos (cor, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, pH, alcalinidade, dureza total, ferro, cloretos, oxigênio dissolvido, cloro residual livre, sólidos totais e amônia) como por intermédio de métodos microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes) (BRASIL, 2011).

2.7 Agentes biológicos contaminantes da água

Ao fazer referência a agentes biológicos encontrados em águas contaminadas, se deve ter em mente que os mesmos pertencem ao grupo dos coliformes totais, que incluem aí os chamados bacilos Gram-negativos pertencentes a família *Enterobacteriaceae*, não esporulados, fermentadores de lactose e que produzem gás ao serem incubados por um período entre 24 e 48h (OLIVO; MELLO, 2016). Nesse grupo podemos destacar-se as bactérias do gênero *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*.

Já os coliformes termotolerantes, devem ser incluídos no grupo dos coliformes totais, por apresentarem a capacidade de continuar o processo fermentativo da lactose a temperaturas que podem variar entre 44°C e 45°C, com formação de gás (OLIVO; MELLO, 2016).

A bactéria *Escherichia coli* é um exemplo desse grupo, sendo utilizada como indicador de contaminação fecal, já que é um microrganismo presente na microbiota intestinal dos animais e que em alguns casos, associa-se a infecções causadas no intestino de crianças e/ou adultos, conhecida como *E. coli* diarreio gênica (SCHUROFF et al., 2014).

2.8 Ensino de Microbiologia e a Educação Básica

A palavra microbiologia tem sua derivação do grego: micros(“pequeno”), bios (“vida”) e logos (“ciência”), o que remete a ciência que estuda os organismos microscópicos e suas atividades biológicas (TEIXEIRA, 2020). Dessa forma, essa área da Biologia pesquisa sobre todos os aspectos dos microrganismos, como o modo de vida, fisiologia, metabolismo, distribuição natural, além das suas relações recíprocas, com o meio ambiente e demais espécies, evidenciando ainda seus efeitos benéficos e nocivos, bem como alterações físico químicas que podem provocar. (LOPES, 2018; CARVALHO, 2010).

A microbiologia dentro do contexto da educação básica, apesar de representar um meio fértil para a manifestação do interesse por parte dos discentes, enfrenta dificuldades inerentes ao processo de ensino aprendizagem. Alguns possíveis fatores devem ser citados, como a falta de instrumentação técnica para a realização das práticas, uma vez que muitas escolas não possuem microscópio ou reagentes específicos para a visualização dos microrganismos, bem como de um espaço específico para a realização desse tipo de atividade (FERREIRA, 2010; KIMURA et al., 2013).

Além de que, a microbiologia ainda é ministrada de maneira teórica e abstrata, o que deve ser repensado, devendo ser abordada de forma contextualizada, pois os microrganismos possuem relação direta com a nossa vida cotidiana e desempenham um papel importante no ambiente (SCANDOREIRO et al., 2018).

Outro problema bastante comum é limitação de conhecimentos específicos da Ciência, ou ainda ao comodismo associado a mera prática expositiva dos conteúdos, o que provoca uma baixa interação entre professor e aluno devido a pouca experimentação, ou pouca reflexão e análise de problemas, favorecendo a formação de um cidadão passivo. Vilas Boas e Moreira (2012) ainda vão relatar que ao analisar diferentes edições dos livros didáticos, constataram que, embora sejam revisados periodicamente, as informações geralmente se repetem sem qualquer atualização.

Em virtude desse problema, exige-se um processo contínuo de atualização de conhecimentos por parte dos profissionais da educação bem como da criação de estratégias quanto aos conteúdos de microbiologia. Segundo Barbosa (2010), uma peculiaridade do ensino de Microbiologia refere-se à necessidade de atividades que permitam a percepção de um universo totalmente novo, o universo dos organismos visíveis apenas ao microscópio.

O que converge com pesquisas que descrevem a situação dos estudantes do Ensino Básico que apresentam dificuldades para explicar e aplicar os conhecimentos científicos aprendidos na escola para a solução de problemas cotidianos (OECD, 2016).

Essa falta de conhecimentos básicos a respeito dos microrganismos tem relação direta com o fato de se tratar de mundo abstrato, ou seja, algo que não seja próximo dos nossos sentidos. Cassanti, Araújo e Ursi (2007) irão afirmar que o conhecimento sobre microbiologia auxilia o estudante a descobrir a influência dos microrganismos em sua vida, bem como as funções essenciais desses organismos no ambiente. Além de que em geral as pessoas têm receio desses seres por serem difundidos apenas os impactos negativos que eles causam, e pouco sobre os mecanismos de suporte a vida que desempenham (SOCKETT, 2001).

Influência essa que se manifesta por meio da interação conosco no dia a dia, sendo assim, o conhecimento do mundo microbiológico e a compreensão de sua existência, associados à propagação de doenças relevantes, aos benefícios à saúde, ao funcionamento e manutenção da vida em padrões ecológicos é de fato relevante (OLIVEIRA et al., 2015).

Em meados dos anos 2000, Joshua Lederberg acabou por introduzir o termo “microbioma” para definir a “comunidade ecológica de microrganismos comensais, simbiótica e patogênica que partilha nosso corpo e tem por função ser um fator determinante para a saúde ou doença (CONSORTIUM HMP, 2012).

Pensando nisso, é que se tem por base os diversos estudos que focam na importância dos microrganismos, e hoje entendemos que o corpo humano é habitado por bactérias cuja população excede o número de células humanas, na qual podem ser encontradas em sua maioria no trato gastrointestinal humano. Estima-se que existam aproximadamente 10 trilhões de bactérias, fungos e vírus coexistindo no corpo humano. (JENKINSON E LAMONT, 2005).

Esse entendimento nos revela que alguns indivíduos compartilham mais de 99% do genoma humano, contendo entre 70% a 90% de diferenças neste, o que vai proporcionar a cada humano o possuir de forma única, ao conter ao menos 100 vezes mais genes que o genoma humano, o que corrobora com o fato de que esse genoma é facilmente alterado, em especial por meio da dieta, o que contribui para a prevenção de diversas doenças (PARFREY, 2012).

Além disso, os fatores que controlam a composição do microbioma das diversas partes do corpo estão relacionados com a natureza do ambiente local, tal como a temperatura, pH, água, oxigenação, nutrientes e fatores mais complexos como a ação de componentes do sistema imunológico.

Ao voltarmos a falar sobre as questões educacionais, Schlegel e Moñoz-Jordán, (2004), sugerem que a existência de um bom currículo de ciências, de laboratórios equipados e o suporte de instituições científicas, são considerados fatores cruciais para alcançar avanços no ensino de ciência e fazer com que os jovens não somente melhorem seu desempenho nas avaliações escolares, mas também saibam enfrentar problemas reais.

Além disso, o conhecimento a respeito dos microrganismos, permeia a realidade de todas as classes sociais e profissões, porque envolve questões básicas de cidadania como higiene, meio ambiente, produção de alimentos, prevenção, cura de doenças e biotecnologia. E desse modo, qualquer indivíduo que finalize o Ensino Básico, precisa ter conhecimentos sólidos sobre esse tema, para poder analisar eventos cotidianos, resolver problemas, enfim ler o mundo à luz da microbiologia. (MORESCO, 2017).

Tais informações, assim como tantos outros saberes construídos em laboratórios de pesquisa devem chegar aos jovens e é função da educação escolar democratizar o conhecimento científico, de modo que este se incorpore ao universo das representações sociais e se constitua como cultura (DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO, 2011).

2.9 Concepção Tradicional do Ensino de Biologia

Diante de uma concepção de ensino de Biologia na educação básica voltada para reprodução do contexto político e social, a mesma reflete e cumpre as ideias de um determinado período histórico. Diante desse fato podemos entender o contexto filosófico europeu do século XVIII, em que ideias revolucionárias estavam voltadas para um conjunto de estudos e teorias que não cumpriam o propósito da reflexão, mas que tinha como plataforma de trabalho a matéria que sustenta a vida humana na Terra. (BORBA, 2013).

Este momento de efervescência científica apresenta como destaques os estudos da mente enquanto sistema biológico, como também os estudos do corpo e

a consciência do indivíduo enquanto objetos físicos e biológicos. Dessa maneira, houve o rompimento de uma visão teocêntrica e de uma concepção filosófica medieval, onde conceitos voltados para o ser humano passaram a fazer parte de um primeiro plano, iniciando assim uma nova forma de explicar os fenômenos naturais (PARANÁ, 2018).

A escola surge nesse contexto e apresenta conteúdos básicos com a finalidade de oferecer instrução em ciências da natureza, que por sua vez contemplava os conhecimentos de Física e Biologia em uma mesma disciplina ofertada através de aulas expositivas que buscavam inculcar o máximo de teorias, de uma maneira bastante mecânica. (BORBA, 2013).

A escola no século XVIII detinha um aspecto experimental, voltada para o planejamento onde metodologia contemplava os aspectos de análise, observação e dedução. Em vista disso, o processo educacional seria ainda influenciado por uma visão religiosa, ou seja, aquilo que não pudesse ser explicado, visto ou reproduzido, seria de ordem divina (RAW; SANT'ANNA, 2002). Dessa forma o processo educacional teria por consequência um caráter conservador e elitista, visto que quem detém o poder material e o conhecimento domina o outro. Logo as camadas mais populares da sociedade não tinham acesso à educação formal, servindo apenas de mão de obra com o desenvolvimento da indústria.

Uma concepção de ensino de Ciências calcado numa luta de classes, e manutenção das diferenças sociais, constituem as bases da formação da educação moderna. Ideias que não se restringiram à Europa, mas também nas Américas. Um ideário que vai além dos interesses de uma pequena parcela da sociedade abastada que tem na dominação intelectual e material os meios pelas quais apequenam as classes chamadas subalternas (SCHLESENER et al., 2016).

2.10 A Importância em aliar a teoria e prática no ensino de Biologia

A muito tempo se discute a importância em se aliar uma abordagem de ensino que seja significativa para o educando, tendo por base o fato de que apenas a memorização de conteúdos não teria um impacto no processo de ensino aprendizagem. Mortimer (1996) vai corroborar com este fato ao dizer que grande parte do conhecimento científico transmitido na escola, é rapidamente esquecida,

permanecendo apenas ideias alternativas e de senso comum, estáveis e resistentes, identificadas até mesmo no seio do campo universitário.

Além disso, apenas o ensino tradicional não contemplaria de forma efetiva o desenvolver das competências e habilidades tão necessárias aos estudantes. De fato, a escola, instituída para propiciar o desenvolvimento, por parte do aprendiz quanto a formação de conceitos, deve estar com o olhar atento à aprendizagem de seus alunos e intencionalmente voltado para ela, por meio de uma educação que valorize os estudantes, e dê a eles o papel de protagonistas no processo de construção de seu próprio conhecimento (BOFF; ZANETTE, 2010).

Dessa forma, ao ter a Biologia como área de estudo científico, a metodologia deve englobar a investigação como meio para alcançar esses objetivos. Visto que desde a segunda metade do século XIX o ensino de Ciências apresenta diferentes objetivos influenciados pelas necessidades da sociedade e neste cenário o ensino por investigação tem ganhado espaço tanto nos debates acadêmicos como entre as práticas pedagógicas de professores de Ciências (ZOMPERO e LABURÚ, 2011).

Também indicado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (1997), embora não seja uma proposta recente. Este tipo de método didático tem sido o objeto de estudo de pesquisadores influentes da área, tais como Gil Pérez (1993); Campos e Nigro (1999); Azevedo (2004); Carvalho (2004; 2013); Carvalho et al (2009); Sá (2009). Assim como, uma abordagem que inclua a problematização dos conteúdos a partir do cotidiano do estudante (BERBEL, 1998; BORDENAVE E PEREIRA, 1998; GODEFROID, 2010).

Uma forma que pode trazer uma familiaridade é a contextualização dos conteúdos através de uma prática experimental. O ensino de Biologia, em seu cerne, requer uma relação constante entre a teoria e a prática, entre conhecimento científico e o mundo ao nosso redor. Essas relações são de extrema importância, uma vez que a disciplina de Ciências e/ou Biologia, fica subtendido como uma ciência experimental, de comprovação científica, articulada a pressupostos teóricos e com isso advém a ideia de que a realização de experimentos é difundida como uma grande estratégia didática para seu ensino e aprendizagem (BUENO e KOVALICZN, 2008).

Para que se concretize, o processo de ensino voltado para a prática deve ter objetivos claros para que não se torne apenas uma forma de abstração da realidade, sem valor real, ou mesmo uma espécie de método desvinculado do aspecto crítico do pensamento lógico, nesse sentido tornando-se mais uma abordagem mecânica do

fazer científico. Não deve ser vista como a prática pela prática, de forma utilitária, e sim uma prática transformadora, adaptada à realidade dos alunos (KOVALICZN, 1999).

O aprender fazendo deve ser incentivado pelo docente, no sentido de que o estudante por meio das análises de um determinado objeto de estudo tem em si a motivação necessária para compreender os processos tão comuns a prática da Ciência.

Podemos dizer que o objeto de estudo da Biologia configura-se no fenômeno vida em toda sua diversidade, ou seja, em todos os seus níveis: ecossistemas, populações, espécies, genes (BRASIL,2006). Assim, o conhecimento de Biologia, além de tratar questões estritamente biológicas, também deve dar base e propiciar uma análise crítica de questões polêmicas e de cunho político, a ela relacionada, como por exemplo, a biodiversidade brasileira, e seus usos e saberes que fazem parte da realidade de grupos tradicionais, como os povos indígenas (BRASIL, 2006).

2.11 O letramento científico no Ensino Médio

O texto inicial da BNCC para a área de Ciências da natureza indica um olhar privilegiado para os processos e as práticas de investigação, e dessa maneira o processo parte de temáticas abertas, reais e contextualizadas, que permitem a mobilização dos conceitos científicos, o levantamento de hipóteses, o planejamento e a realização de processos experimentais, a obtenção e o tratamento de dados e a construção de conclusões críticas e embasadas nos conceitos essenciais da área. (BRASIL, 2018).

Ao partir desse modelo é importante entendermos o conceito de letramento científico, como ele se desenvolve ao longo das etapas dos anos iniciais e finais e como é abordado no Ensino Médio. Isso porque de fato ele é fundamental na transposição dos conhecimentos acadêmicos para as situações da vida e nesse sentido, o que se espera dos estudantes ao final do Ensino Médio é que estejam preparados para responder de forma mais adequada aos problemas que se apresentam no dia a dia e, assim, tenham mais condições para refletir e construir seus projetos de vida. (BRASIL, 2018).

Por ser um conceito amplo, devemos nos ater a alguns deles tais como o de Dal Pian (comp.cit), onde este entende corresponder a aquisição de uma série de

conhecimentos gerais relacionados a natureza, aos resultados e relevância do empreendimento científico. Podemos recorrer também ao pensamento de Faurez (1994), que associa tal conceito ao desenvolvimento do que ele vem a chamar de “unidades de racionalidade”, constituídas por um conjunto de conhecimentos de ordem técnica e científica.

Com base nessas ideias, nós nos inserimos na vertente que reconhece os valores atrelados ao crucial e estratégico conhecimento de base em ciência e tecnologia, de modo que torne o cidadão apto a compreender os princípios científicos, interpretar e interferir adequadamente em discussões, processos e situações que impactam a sociedade. (LACERDA, 1997).

Nesse sentido, Chassot (2010), vem de encontro com esse ideário ao dizer que as novas propostas para o ensino de ciências têm um direcionamento para práticas que viabilizem a formação de indivíduos críticos, conscientes e que reflitam sobre suas ações a de terceiros.

Sendo assim, o ensino, bem como a sociedade, necessita de profissionais da educação que busquem desenvolver novas metodologias para o ensino de ciências, priorizando o aspecto crítico dos educandos. Para que isso venha a se concretizar, deverá manter uma postura mediadora quanto as explicações científicas, de maneira que os estudantes sejam capazes de elaborar soluções a situações problemas em sala de aula (SASSERON; CARVALHO, 2011; CARVALHO, 1999).

Sendo assim, para que o cidadão exerça sua cidadania, o mesmo deve estar a par das tecnologias desenvolvidas através do processo científico, uma vez que impactos a vida humana podem ser gerados de maneira direta ou indireta. Logo, alfabetizar cientificamente vai muito além de simplesmente compreender os conhecimentos do cotidiano, mas é necessário sistematizar o pensamento de maneira lógica, e assistir a construção de um conhecimento crítico do mundo que nos cerca, ou seja, é necessário entender as expressões pela qual é refletido (CHASSOT, 2010).

2.12 Ensino por investigação

O que se vem chamar de ensino por investigação, ensino por projetos, entre outras denominações relaciona-se com uma tendência pedagógica que surgiu no final do século XIX. Movimento progressista que surge como crítica ao ensino tradicional

da época, que se baseava nos conceitos de Governo, instrução e disciplina. (ZOMPERO; LABURÚ, 2011).

Algumas características inerentes a essa metodologia são: a centralização na vida, ou seja, na experiência do estudante, não necessariamente aqui retratadas nas aulas práticas mais sim no dia a dia. O processo de aprendizado segundo a perspectiva de Dewey vai dizer que não pode dissociar a experiência vivida do aprendizado, entre outros aspectos pelos infinitos elementos que se relacionam da maneira mais diversa possível. (SASSERON, 2015).

Dewey (1959) vai afirmar já em 1916 que a causa mais provável pela qual a escola não consegue garantir que os estudantes pensem de uma forma verdadeira é pelo fato de não prover situações de experimentação, de tal modo que obrigue a pensar, exatamente como fazem em situações do cotidiano, defendendo assim a importância da experiência vivida pelos estudantes na resolução de problemas que fazem sentido e permitem mobilizar os conceitos envolvidos nas mais diversas áreas de conhecimento.

Assim, quando podemos aliar a prática e a reflexão acerca do objeto de estudo, o resultado natural é o aprendizado. Dewey também ainda leva em consideração para essas vivências a questão da socialização, o que Vygotsky denominada sócio interacionismo, ou seja, a importância de se aprender no meio social.

Dessa forma quando se refere a ações didáticas que visem a investigação, deve se ter em mente que tal metodologia deve ser iniciada antes mesmo de se propor um problema, o primeiro passo é quando o professor abre espaço para o diálogo, para a discussão. O ensino por investigação tem respaldo na própria epistemologia da ciência, visto que se baseia em análise, situações, observação e crítica da realidade. (SASSERON, 2015).

O ensino por investigação tem como ponto central estratégico, proporcionar atividades que coloquem o aluno como ser autônomo, ao possibilitar a capacidade de tomada de decisões e resolução de problemas (SÁS et al., 2008). Clement et al. (2015, p.117) vai apontar que o ensino por investigação prevê, entre outros aspectos, uma participação ativa do educando quanto ao processo de ensino aprendizagem, o que contribui para um maior controle da mesma.

Então ao visar uma quebra na estrutura do ensino tradicional, pesquisas tem indicado o ensino por investigação como metodologia de destaque, ao desenvolver atividades que tenham em sua base um problema. Demonstrando ser significativa para

a concepção de novas habilidades, bem como evidenciando a importância do papel proativo do aluno na construção de seu conhecimento (ZOMPÊRO; LABURÚ, 2011).

De acordo com Oliveira e Bizerra (2022) “qualquer ação pedagógica só tem valor se tiver origem no aprendiz e se este tiver pleno controle das ações”. Por isso, a identificação dos conhecimentos prévios é etapa fundamental, visto que a partir deles, o professor pode traçar estratégias pedagógicas que possibilitem ao discente associar o conhecimento à sua realidade.

Para isso, no ensino por investigação se faz necessário a proposição de um problema que permita o despertar do interesse por parte dos estudantes, ao passo que seja adequado para tratar dos conteúdos que se pretenda ensinar. O objetivo norteador dessa estratégia é “levar os alunos a pensar, a debater, justificar ideias e sobretudo aplicar seus conhecimentos em situações novas, ao utilizar conceitos teóricos e matemáticos”. (AZEVEDO, 2012, p. 20).

Ademais, as atividades investigativas, para assim serem consideradas, devem direcionar os alunos a refletir, relatar, explicar, elaborar hipóteses, analisar os dados fornecidos, bem como estimular a sua curiosidade científica. Assim, quando essas habilidades são desenvolvidas e alcançadas, acredita-se que a alfabetização científica pode ser promovida em sala de aula (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Para Munford e Lima (2007, p.76) o ensino por investigação “representaria um modo de trazer para a escola aspectos inerentes à prática dos cientistas”. Segundo eles, o ensino por investigação sugere alternativas às aulas de ciências, diferentes daquela em que o professor expõe explicações no quadro e o estudante só ouve, participando pouco em termos de ação em sala, ou seja, um ensino voltado para a significação do mesmo, pautado no protagonismo de educando e não aquele voltado apenas para a memorização de informações.

Vale aqui ressaltar que as concepções dos alunos que surgirem durante o processo não devem ser tratadas como irrelevantes ou erradas, caso não tenham como base o aporte do ponto de vista científico, ao passo que “a noção de “erro” pode representar a parte visível de um processo de acomodações e reconstruções mal adaptadas ou mal compreendidos. (ALVES & CAVALCANTE, 2017, p. 270).

Nesse caso, o erro não seria apenas o efeito de uma ignorância, da incerteza, da probabilidade que acreditamos da teoria behaviorista da aprendizagem, mas o efeito de um conhecimento anterior, que detém o seu sucesso; mas que

momentaneamente se revela falso, ou inadaptado. Logo, erros como esse são erráticos, ou imprevisíveis, são constituídos de obstáculos (BROUSSEAU,1976, P.104).

Segundo Anna maria Pessoa de Carvalho (2011), são quatro as principais etapas que fundamentam a apresentação de propostas investigativas: o problema para a construção do conhecimento; a passagem da ação manipulativa para a construção do conhecimento; a passagem da ação manipulativa para a intelectual na resolução de problemas, tomada de consciência, e construção de explicações. (SASSERON, 2015).

2.13 A epistemologia genética

Nascido na cidade de Neuchateau, Suíça, em 1896 desde de muito cedo Piaget demonstrou forte interesse na observação da natureza e na forma como se organiza os dados da sistemática. Biólogo, ganhou notoriedade como psicólogo infantil, porem o foco de seu trabalho não era a criança, mas sim a capacidade do conhecimento humano e o seu desenvolvimento (PÁDUA, 2009).

O objetivo de Piaget foi entender como o ser humano passava de um nível de conhecimento menor para outro de maior nível, e teve na epistemologia seu alicerce, pois se trata do que se convencionou chamar de teoria do conhecimento (CAETANO, 2010).

Desse modo, o indivíduo ao interagir com o meio teria a possibilidade de se adaptar as mudanças impostas pelo mesmo, pois ao entrar em contato com o objeto de conhecimento, tende a mapear e assimilar algumas de suas características e dessa maneira há o desenvolvimento da inteligência (OLIVEIRA; MACEDO, 2014).

Para o autor, o conhecimento não deve ser imposto, como um reflexo das propriedades do ambiente tão pouco estaria pré-formado no sujeito, mas que na verdade teríamos um organismo e suas possibilidades e do outro o ambiente e suas demandas (CAETANO, 2010).

De acordo com esse processo adaptativo, provido pelas vivencias, conforme surgem as solicitações do meio, as estruturas mentais vão se construindo, e conforme novas demandas venham a aparecer, o sujeito tem a oportunidade de reorganiza-las,

vivenciando constantes mecanismos de assimilação de objetos e esquemas já existentes, como também de ampliação do conhecimento, ao qual denominou-se acomodação. Esse constante processo de assimilação e acomodação da origem ao que Piaget chamou de equilíbrio, base de sua teoria construtivista. (BRASIL, 2010).

Em virtude disso, a epistemologia genética vem se caracterizar como um modelo que propõe que o indivíduo ao passar por diversas fases de desenvolvimento, o processo de construção do conhecimento se dará por meio da teoria da equilíbrio, onde haverá a sobreposição de equilíbrio entre a assimilação e a acomodação, o que virá a resultar em adaptação (ABREU, et al., 2010).

Para que haja tal desenvolvimento, ele sugere que haver uma evolução natural cognitiva para a aquisição de conhecimentos, ao qual deve passar por quatro estágios nos quais os sujeitos são quiescentes para evoluírem, de um estágio de total desconhecimento, para outro em que supera os próprios limites ao seu redor (ROSA, 2010; PÁDUA et al, 2009). Os estágios definidos por Piaget, são: sensório motor, pré-operatório, operatório concreto e concreto formal.

2.14 A epistemologia sócio Interacionista

Lev Semionovich Vygotski (1896-1934) nasceu em Orsha, cidade da atual Bielorrússia, e viveu no auge da revolução socialista da extinta União Soviética (URSS). Pertencente à uma família de origem judaica e detentora de grandes posses, o que representou de certa forma uma alternativa para que ele pudesse viver em um ambiente bastante desafiador em termos intelectuais. Sua mãe, além de dedicar-se à criação dos filhos, era professora. Casou-se aos 28 anos, teve duas filhas e faleceu em Moscou em 11 de junho de 1934, vítima de tuberculose (DIAS, GOI; 2022). Graduado em direito, história e filosofia, Vygotsky também estudou literatura e arte, áreas nas quais desenvolveu alguns estudos e trabalhos (ZANELLA, 2001; VEER, VALSINER, 1996).

Tendo como referência a construção do conhecimento através da interação entre o indivíduo e o meio social (teoria da aprendizagem) que tem como expoente Lev Vygotsky, o mesmo entende o homem e seu desenvolvimento em uma perspectiva sociocultural, ou seja, percebe que o homem se constitui na interação com o meio em que está inserido (RESENDE, 2009). Por isso, sua teoria ganhou o nome de socio interacionismo.

Sendo assim, dar voz ao estudante se constitui como primeiro passo para que haja a internalização do conhecimento, de modo a torna-lo significativo. De acordo com ROMERO (2015), Piaget vai afirmar que a linguagem apresenta duas funções básicas: intercambio social e pensamento generalizante. A função de intercâmbio social que é bem visível nos bebês, uma vez que conseguem, por meio de gestos, expressões e sons, demonstrar seus sentimentos, desejos e necessidades, já a função de pensamento generalizante pode ser exemplificada quando falamos, por exemplo, a palavra boi. Independentemente de ter visto de perto algum boi ou de comer ou não sua carne, nosso pensamento classifica tal palavra na categoria animais e nos remete à sua imagem.

De acordo com Oliveira (2006), além de trabalhar no âmbito da educação, auxílio da percepção, atenção e memória, bem como do processo de internalização cultural, físico e psicológico. O socio interacionismo valoriza as atividades em grupo, linguagem e relacionamento interpessoal, ao entender que o desenvolvimento histórico acontece do meio social para o indivíduo, tais contribuições corroboram a importância em entender mais a fundo essa perspectiva, bem como as maneiras de se traduzir esse tipo de prática no ambiente escolar.

Outro conceito importante estabelecido por esse notável pensador remete a metáfora do conceito de trabalho em Marx, o que veio a dar origem a chamada mediação (MOSER, 2012). De acordo com Vygotsky se constitui como processo de intervenção de um elemento intermediário em uma relação, relação que deixa de ser direta e passa a ser mediada por esse elemento (OLIVEIRA, 2022, p. 26).

Para Vygotsky, o aprendizado é necessariamente mediado, o que torna o papel do ensino e do professor mais ativo e determinante que em outros pensadores tais como Piaget, para quem cabe apenas o papel de facilitador, conduzido pelo próprio aluno. (FERRARI, 2008).

Desse modo, o cérebro humano aprende um conceito, utilizando da mediação das palavras ou a própria linguagem como instrumento. Assim, não há como pensar sem utilizarmos, sempre, palavras ou imagens, por isso em vez de linguagem, podemos falar em mediação semiótica. Marta Kohl de Oliveira, ao tratar da aprendizagem em Vygotsky apud in Oliveira (2002), vai afirmar: "[...] a principal função

da linguagem é a de intercâmbio social: é para se comunicar com seus semelhantes que o homem cria e utiliza os sistemas de linguagens".

Outro aspecto importante do trabalho de Vygotsky, foi que o que tem relação com o desenvolvimento cognitivo da criança e de alguns fenômenos relacionados ao desenvolvimento cognitivo das mesmas. A partir disso, nasce o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que em específico estabeleceu novos patamares no entendimento da forma como o indivíduo aprende e se desenvolve socialmente, ou seja, fruto de uma relação sociocultural. Por meio do qual se busca o entendimento no processo de desenvolvimento de cada etapa da criança (LIMA, 2020).

Ainda de acordo com Vygotsky (1994, p. 113, grifo do autor) “[...] o estado do desenvolvimento mental da criança só pode ser determinado referindo-se pelo menos a dois níveis: o nível de desenvolvimento efetivo e a área de desenvolvimento potencial”.

Em outras palavras, o desenvolvimento efetivo, ou desenvolvimento real, são funções já amadurecidas na criança, aquilo que ela já consegue resolver de forma independente, produto final do desenvolvimento. Já a área de desenvolvimento potencial (ou ZDP), compreende as funções que ainda estão em processo de maturação, e que necessitam de assistência de adultos para que sejam efetivamente desenvolvidas, o que vai de encontro com o processo de mediação (VYGOTSKI, 2007).

2.15 A Base Nacional curricular Comum no Ensino Médio (BNCC) e as Ciências Naturais

A prática educacional pode levar a múltiplas possibilidades de formação de conhecimentos no espaço escolar. Para que essas diversas aprendizagens correspondam a um propósito educativo, devem ser referenciadas e selecionadas com base em um conjunto de objetivos pedagógicos (SANTOMÉ, 2013).

É nesse pesando nisso que a base nacional curricular comum voltada ao ensino médio tem por finalidade, nortear os currículos dos sistemas e redes de ensino das unidades federativas, conforme definido na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB, Lei nº 9.394/1996).

A importância de se organizar um currículo comum vem do fato de que a escola sofre com uma série de influências externas que impactam na ação educacional, dentre elas podemos citar: as secretarias de educação, a comunidade escolar, as Universidades, o MEC, entre outras. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) representa um desses elementos externos à escola que, por meio da oficialização de um conjunto de aprendizagens essenciais à escolarização básica, pode influenciar as metas educativas nesses espaços. Tal documento deve servir de referência para a elaboração dos currículos de qualquer instituição escolar, desde a Educação Infantil até o final do Ensino Médio (BRASIL, 2018).

Partindo desse princípio é que chegamos ao currículo do ensino de ciências da natureza, pois se constitui como uma área que ajuda a contribuir com conceitos fundamentais que ajudam a explicar a matéria, a natureza e o universo, tendo dessa maneira papel fundamental para o desenvolvimento da cidadania.

A Base estabelece conhecimentos, competências e habilidades que se espera que todos os estudantes desenvolvam ao longo da escolaridade básica. Orientada pelos princípios éticos, políticos e estéticos traçados pelas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica, a Base soma-se aos propósitos que direcionam a educação brasileira para a formação humana integral e para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva. (BRASIL, 2021).

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral:

Analisar a contribuição da aplicação de uma sequência didática de cunho investigativo sobre a temática do tratamento de água em uma escola estadual do município de Teresina.

3.2 Objetivos Específicos:

3.2.1. Elaborar mapas conceituais sobre o tema da água a partir das hipóteses levantadas pelos estudantes a respeito de situações problema.

3.2.2. Desenvolver com os estudantes atividades práticas (experimental e lúdicas) e estimular os mesmos a vivenciarem a experimentação científica, testando hipóteses, construindo gráficos e tabelas para representar os resultados relacionados com a problemática do tratamento da água;

3.2.3 Identificar de forma qualitativa o desenvolvimento de competências atitudinais dos estudantes perante à situação-problema;

3.2.4. Produzir um material didático com diversas aulas a partir da temática do tratamento de água, bem como entender seu contexto na saúde humana, tendo como parâmetro a Sequência de Ensino por Investigação (SEI) elaborada durante o projeto.

3.2.5. Validar os procedimentos realizados pelos discentes durante toda a realização da sequência didática, bem como os resultados da sequência didática com base na literatura da área

4. METODOLOGIA

4.1 Métodos e Procedimentos

4.1.1. Quanto a natureza

Se trata de uma pesquisa aplicada que visa gerar conhecimentos para aplicação prática, dirigidos a solução de problemas específicos de interesse local.

4.1.2 Forma de abordagem

Pesquisa mista ou quali-quantitativa, que segundo Creswell e Clark (2013) combina métodos, uma filosofia e orientações de projeto de pesquisa onde haverá coleta e análise de dados de forma rigorosa.

4.1.3 População amostral

O estudo foi realizado exclusivamente com os alunos de 2º Ano do ensino médio, turno vespertino e conta com aproximadamente 80 Alunos. Sendo 38 do sexo masculino e 42 do sexo feminino, com faixa etária entre 15 e 17 anos. Para participação na pesquisa será necessário que todos os participantes assinem um termo de assentimento.

4.1.4 Critérios de inclusão e exclusão

Os critérios de inclusão desta pesquisa foram: alunos devidamente matriculados na referida escola e que façam parte do 2º Ano, turno vespertino, do Ensino Médio; participantes e responsáveis que concordarem em colaborar com a pesquisa e assinarem os termos de Consentimentos Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

Os critérios de exclusão foram: os alunos que não estavam matriculados e que não assinaram os termos recomendados. Assim, eles não tiveram prejuízos quanto ao conteúdo, porque a eles foram ministradas aulas expositivas e dialogadas referentes a estudo da água.

4.1.5 Intervenção pedagógica

A atividade proposta será uma SEI e foi desenvolvida através de uma série de ensaios, com o objetivo de se verificar sua eficácia para a construção de conhecimento dos estudantes, além disso, houve aulas dialogadas tradicionais sobre a temática do tratamento de água e todo o processo se dará no turno (vespertino) normal.

A estruturação da sequência didática, bem como aulas e atividades foram desenvolvidas tendo como fundamentação, o trabalho de Carvalho (2013) além disso, elas poderão ser adaptadas, de modo que se adequem aos objetivos de outros projetos educacionais.

Aulas (01/02)

1º Momento - Apresentação

Foi exposto aos alunos do segundo ano de uma escola do município de Teresina a proposta de trabalho e de como a SEI está organizada, em seguida houve a apresentação da situação problema central SPC, com base nas seguintes perguntas realizadas pelo professor.

2º Momento – Apresentação da SPC

A água que chega as torneiras da escola precisa passar por todas as etapas de tratamento convencional?

Como é feito o tratamento da água que bebemos na escola?

Quais os possíveis problemas associados a um tratamento inadequado da água?

3º Momento – Elaboração de hipóteses e construção de mapas conceituais

Os alunos reuniram-se em grupos de quatro integrantes, e em seguida discutirão e elaborarão hipóteses acerca da SPC e com base em suas respostas elaborar mapas conceituais.

As perguntas foram respondidas com base na elaboração dos mapas idealizados pelos grupos, onde os mesmos tiveram a oportunidade de elaborar um raciocínio lógico a respeito do tema proposto com consequente socialização de suas conclusões em um grupo de discussão.

4º Momento socialização

Durante o processo de socialização cada grupo apresentou os conceitos e explicou de forma lógica e clara como chegaram a suas conclusões.

Aulas (03/04)

1º Momento

Estas aulas foram iniciadas com uma anamnese a respeito das discussões e conclusões a respeito do grupo de discussão realizado nas aulas anteriores, onde o professor colaborou com novas informações e curiosidades a respeito do tema proposto. Além disso, houve a apresentação de novas situações problemas a serem investigadas pelos estudantes.

Para isso houve a realização de um ensaio experimental de caráter investigativo, que tem como objetivo mostrar aos alunos como a água dissolve substâncias, e que mesmo que não possamos observar a olho nu existem substâncias poluidoras que podem estar presentes na água.

Duração: 50 min cada.

Objetivos de aprendizagem:

- Entender as características da água potável;
- Compreender a presença de microrganismos na água, que podem causar doenças;
- Reconhecer a importância do tratamento da água.
- Entender a característica de solubilidade da água;
- Diferenciar água potável de água limpa;
- Relacionar à solubilidade com uso de agrotóxicos e microrganismos presentes na água.

2º Momento

Contextualização e apresentação da questão de apoio 01.

O professor levou para a sala de aula um copo com água dissolvido um pouco de sal (sem o conhecimento dos alunos) e perguntou o que eles estavam vendo, e se alguém beberia a água naquele copo. Certamente, a grande maioria da turma respondeu que o que vê é água e que beberia aquele conteúdo. Na sequência o professor colocou o copo em cima da mesa e deu prosseguimento a aula, propondo a questão de apoio 01: Como podemos explicar se a água no copo é própria para o consumo? Entregar a questão impressa.

3º Momento – Levantamento de hipóteses

Os alunos agora se reuniram em grupos com 4 integrantes cada e discutiram a respeito das possíveis hipóteses para a pergunta, anotando as mesmas em seus

cadernos. As possíveis hipóteses são: pela cor, pelo cheiro, porque está limpa, porque não dá para ver nada nela. Logo podemos beber.

4º Momento – Sistematização e socialização

Munidos de suas respostas, os representantes dos grupos ficaram responsáveis pela leitura das respostas e o professor a partir delas, ficou incumbido de conduzir uma discussão, interferindo onde for necessário, para que desse modo haja a sistematização coletiva dos conhecimentos.

5º Momento – Teste de hipóteses

Ao dar prosseguimento a aula, o professor pegou o copo com água em cima da mesa e solicitou para que um voluntário colocasse um pouco da água em um copo e experimentasse, relatando o que sentiu. O professor explicou que o objetivo da atividade seria fazer com os estudantes compreendessem que não seria possível consumir água apenas levando em consideração sua aparência, pois o aspecto limpo não necessariamente significaria que ela estaria potável, tratada e própria para o consumo.

Então questionou aos alunos:

Se água limpa não é sinônimo de potável, então o que é água potável?

Como se explica o fato de a água estar limpa, mas imprópria para o consumo?

Então, o professor deixou que os alunos relatassem suas respostas de maneira oral e após isso, o professor explicou a importância do tratamento da água e que a mesma passa por diversos processos físico químicos até chegar a nossas casas. Ressaltou ainda que na água poderia existir micro-organismos que podem ser prejudiciais à saúde.

6º Momento – Apresentação da questão de apoio 02.

O professor apresentou a seguinte situação problema: Qual a relação entre a solubilidade dos materiais e o tratamento de água?

Nesse momento o professor contextualizou, ao explicar que os materiais são encontrados facilmente em nossas casas e que os mesmos podem parar na rede de esgotos e conseqüentemente nas fontes de água da região.

Além disso, houve a proposição de um experimento a respeito da solubilidade com a finalidade de verificar quais substâncias, “ficam invisíveis” e quais “ficam visíveis”, na presença da água. Para isso, os estudantes, foram divididos em 6 grupos com 4 integrantes cada, que receberão 7 copinhos com substâncias aleatórias.

Foi solicitado para que, individualmente preenchessem na tabela (Anexo 1) a coluna “Substância” com o nome da substância que está dentro de cada copinho e na coluna “O que eu acho?”, colocarem as hipóteses para cada uma das substâncias.

Foi entregue um copo com água e foi solicitado que misturassem a água com as substâncias e que, então deveriam anotar na coluna “O que aconteceu?”, o que aconteceu com cada uma das substâncias, quando em contato com a água, realizando assim, o teste de hipóteses.

7º Momento – Utilização dos dados

A coleta de dados na tabela foi feita de forma individual. Com este procedimento, foi possível discutir o que aconteceu com cada uma das substâncias, colocadas na água e, sistematizar o conceito de solubilidade da água, (propriedade física que avalia a capacidade de um material dissolver outro) mostrando, que a mesma, seria capaz de dissolver muitas substâncias, e que várias delas se tornam invisíveis a olho nu. Para isso, anotaram no quadro, os nomes de todas as substâncias e foi pedido aos alunos que relatassem “o que aconteceu” com cada uma delas, quando acrescentaram água. Questionados: O que aconteceu com a substância “X” quando foi acrescentado água? (Feito este questionamento com cada uma das substâncias) Juntamente com esse questionamento, solicitou-se que os alunos observassem e comparassem com aquilo que escreveram antes do experimento na coluna “o que eu acho?”. Foi explicado que, com esse experimento, eles testaram uma das propriedades da água: a capacidade de dissolver os materiais, sistematizando o conceito de solubilidade.

8º Momento – Contextualização e sistematização

A partir dos resultados obtidos com a obtenção do quadro e das explicações a respeito da solubilidade da água, agora cada grupo abriu um grupo de discussão que foi nortado pelo professor com a finalidade de trazer novas informações e promover com isso a dialética.

Aulas – (04/05)

1º Momento – Apresentação - Ensaio análise microbiológica da água

Agora munidos de vários conhecimentos a respeito da importância do tratamento da água para que mesma se torne potável, o professor propôs a realização de uma análise microbiológica da água utilizada para o consumo na escola. Visto que

devemos desenvolver o aspecto crítico quanto as ações políticas associadas ao tratamento e distribuição da água.

2º Momento – Roteiro da prática

O professor distribuiu aos grupos o roteiro a ser realizado nas próximas aulas e o mesmo seguirá com a metodologia abaixo:

Sendo realizadas coletas de amostras de água de 4 bebedouros da escola. As operações serão realizadas pelos estudantes com a mediação do professor nas turmas de 2º Ano, onde as amostras foram identificadas como A1, A2, A3 e A4. Cada coleta foi feita em recipientes estéreis, com aproximadamente 100 ml de água cada. Seguindo corretamente o protocolo de assepsia, uso de luvas. As amostras foram mantidas sob refrigeração em caixa isotérmica na própria instituição de ensino.

Para o presente estudo foi utilizado os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde no que diz respeito que a água própria para o consumo humano deve ser isenta de coliformes fecais, termo tolerantes e *Escherichia coli*.

A metodologia a empregada e executada está em conformidade com a instrução normativa (IN) nº 62 de 26/08/2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os estudantes prepararam os meios de cultura Lauril triptose e E.C. Em relação ao meio Lauril houve a realização o cálculo estequiométrico para a produção de 20 ml, com concentração de 36g/l. Para o meio E.C foi realizado o cálculo para 20ml, com concentração de 37g/l.

Os 9ml de cada meio produzido foram distribuídos em 2 tubos de ensaio, onde já estavam vertidos os tubos Durham para posteriormente serem autoclavados.

Em seguida, 1ml de todas as amostras de água foram inoculadas nos meios de cultura preparados e serão incubados a 36º C mais ou menos 1º C por 24 horas. A presença de coliformes fecais seria confirmada pela formação de um gás nos tubos de Durham ou ebulição quando agitada conforme preconiza a literatura, de maneira mais sutil. As leituras dos tubos puderam ser feitas após 24 horas de incubação, se negativo, reincubar por mais 24h, pois só serão pertinentes os resultados positivos.

Vale ressaltar que para a avaliação das amostras de água é preciso realizar testes presuntivo e confirmativo, uma vez que o teste presuntivo se apresente negativo não havendo produção de gás durante o período de incubação, a investigação é consumada nessa fase e o resultado será julgado negativo.

Procedimentos realizados na escola para a análise da água

3º Momento – Importância da análise microbiológica

O professor questionou a turma sobre o porquê em se fazer a análise da água e os alunos deverão se reunir em grupos e discutir a respeito, a fim de que cheguem a suas conclusões.

4º Momento – Contextualização e sistematização

O professor agora iniciou o grupo de discussão colocando sua visão a respeito da importância da análise microbiológica da água, além disso, colocou em pauta a discussão de como o cidadão deve estar atento as questões científicas.

Concluída essa introdução, os estudantes fizeram suas colocações, posicionamentos e conclusões a respeito da questão colocada sobre o tratamento de água, e nesse momento o professor pôde intervir de maneira a agregar conhecimento científico ao que for debatido no momento em questão.

Aulas (06/07)

Essas aulas foram utilizadas para a realização de todos os procedimentos a serem realizados com base no roteiro de prática pela turma, e ficou claro que o professor deveria orientar os mesmos durante todo o procedimento científico com a finalidade de tirar eventuais dúvidas.

Obs. Haverá a elaboração de um relatório com a base na prática efetuada.

No relatório deverá constar: Introdução, Resultados e discussão e Conclusão

Aulas (08/09)

1º Momento – Retomada de conceitos referentes a análise microbiológica

Aqui o professor explicou um pouco mais detalhadamente sobre a área da microbiologia e a sua relação direta com as questões de saúde, tais como a que envolve o tratamento de água e a análise de patógenos e outras substâncias com potencial em trazer danos a sociedade como um todo.

Coube também ao professor fazer questionamentos aos estudantes tais como: Quais as aplicações no uso da microbiologia que o estudante consegue verificar no seu dia a dia?

Os estudantes colocaram seus posicionamentos a respeito dessa pergunta em um debate aberto e em conjunto durante esse momento.

2º Momento – Entrega dos relatórios e discussão a respeito dos resultados

Os relatórios foram ser entregues ao professor pelos quatro grupos definidos antes da realização do ensaio. Nesse momento o professor deverá promover uma análise da importância da elaboração de um relatório científico e além disso abriu espaço para que os grupos pudessem se manifestar a respeito da experiência em vivenciar um ensaio em microbiologia no que consiste em avaliar a qualidade da água consumida na escola, bem como o processo de elaboração do relatório e se suas expectativas foram ou não contempladas no que diz respeito ao fazer científico e os resultados das análises.

4.2 Análise e interpretação dos dados

4.2.1 Análise 01(Qualitativa)

A coleta dos dados foi realizada durante as diversas etapas do processo investigativo, por meio de mapas conceituais, da promoção de debates, elaboração de tabelas, ensaios físico químicos a respeito do tratamento da água, contextualização dos conceitos, e onde orientados por parte do professor os alunos tiveram a oportunidade de expor suas ideias, bem como de elaborar ao final do processo um manual de práticas de laboratório.

Os dados coletados serviram como base para a análise e construção do conhecimento, por meio do desenvolvimento das competências e habilidades, de modo que se verifique por exemplo o aspecto crítico, o desenvolvimento de uma linguagem oral, a compreensão e sistematização das informações, além da interpretação e execução de procedimentos.

4.2.2 Análise 02(Quantitativa)

Com a finalidade de se obter um panorama mais objetivo da pesquisa, foram elaborados questionários pré e pós prática, contendo questões que abordaram o nível de aprendizagem nos dois momentos da pesquisa para que se possa traçar um paralelo entre os momentos antes e pós prática e os dados serão analisados através da estatística com os seguintes índices: alunos participantes, domínio do conteúdo, link com a realidade e viés investigativo.

As respostas foram analisadas procurando se estabelecer pontos em comum, que possibilitasse o agrupamento.

Primeiramente avaliaram-se os questionários em duas etapas:

- A) Avaliação do tratamento da água e sua importância para a saúde humana
- B) B) Avaliação de conceitos relacionados a análise microbiológica da água

Com relação às respostas, foram propostas categorias baseadas nos trabalhos de Falcão e Barros (1999) e Griffin et al. (2003). Assim, dentro de cada etapa, A e B, as respostas dos estudantes foram agrupadas em:

Classe 0 = sem resposta – Respostas do tipo não sei, errada ou em branco;

Classe 1 = Resposta Pobre / Sem informação – Respostas que não indicam a compreensão do aluno sobre o tema;

Classe 2 = Resposta Fraca / Racionalidade Científica Não Compatível com Modelo Científico – Respostas que manifestam certa compreensão dos conceitos, mas sem fundamentação teórica;

Classe 3 = Resposta Satisfatória / Racionalidade Científica com Certa Compatibilidade com o Científico – Respostas que demonstram compreensão dos elementos científicos mais importantes;

Classe 4 = Resposta Excelente / Expressa Racionalidade Científica com ou sem Refinamento de Modelo Compatível – Percebe-se compreensão total sobre a resposta, podendo apresentar refinamento nas respostas (discussões além do questionado).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Apresentação da SEI e início da aplicação

O presente trabalho foi aplicado em uma instituição de ensino do município de Teresina em duas turmas de segundo ano, na qual se buscou verificar as contribuições da aplicação de uma sequência didática que teve como temática a “água”.

De acordo com a **Tabela 5.1** se pode verificar que o projeto foi aplicado em duas turmas de 2º Ano, onde houve a participação efetiva de 45 estudantes do turno manhã e de 36 do turno tarde, totalizando uma amostra de 81 participantes na pesquisa. Com relação aos alunos que optaram por não participar do projeto, esse contingente foi de 8 alunos.

Tabela 5.1 Número de alunos participantes e não participantes.

Turma	Alunos participantes	Alunos não participantes	Total de Alunos
2º Ano Manhã	40	5	45
2º Ano Tarde	33	3	36

Para a realização dos ensaios previstos na SEI (sequência de ensino investigativo), os estudantes foram divididos em 5 grupos, onde se estabeleceu uma quantidade entre 6 a 7 alunos em cada um.

Os estudantes foram inicialmente apresentados a proposta da SEI (sequência didática investigativa), onde foi explicado sobre a importância da participação dos mesmos em um projeto de cunho científico, da importância das vivências em sala de aula, a questão da reflexão e levantamento de hipóteses, bem como a implementação da dialética como meio de incorporação do debate em ambiente escolar. Tal aspecto é minuciosamente apresentado e refletido pela revisão elaborada por Barberá e Valdés (1996), destacando a evolução, a importância e as diferenças que permeiam atividades práticas ao longo do tempo.

Dessa forma, o profissional docente iniciou o trabalho ao disponibilizar três perguntas norteadoras e promover a formação dos grupos para que os mesmos fizessem o levantamento de suas hipóteses, tendo os conhecimentos prévios como

ponto de partida. O que vem de encontro com as contribuições de Carvalho (2013), que, dentre outras observações, destaca as estratégias baseadas na problematização, na argumentação e no levantamento de hipóteses em sequências didáticas com enfoque investigativo como uma abordagem metodológica capaz de aproximar aluno e ensino de ciências, através de uma relação mais natural e recíproca.

Em outro momento da aula foi explicado de maneira objetiva como eles iriam elaborar os mapas conceituais, bem como sua importância e aplicações no dia a dia escolar, e para esse fim foi estabelecido como base para construção dos mapas, as hipóteses levantadas.

A distribuição dos grupos teve por critério a questão da afinidade, de modo a facilitar a comunicação e processo de socialização durante a aplicação da SEI.

Ao final da aula o professor fez a distribuição do TALE e TCLE, como meio para estabelecer um maior o vínculo dos estudantes e responsáveis para com o projeto, onde os mesmos tiveram a oportunidade de ler e dessa forma entender melhor os objetivos e o processo pela qual vivenciarão durante o período de aplicação, bem como um meio para formalizar esse compromisso através da assinatura da documentação.

5.2 Impacto inicial da na apresentação da SEI

O processo de aplicação do projeto se mostrou desafiador em vários momentos, exemplificado na própria situação a que esse alunado normalmente se encontra, de desinteresse e indisciplina diante de desafios propostos. Uma outro agravante que pode ser mencionado é o do contexto da pandemia de covid -19 (**Tabela 5.6**) e que pode explicar muito sobre o comportamento desses estudantes, uma vez que passaram praticamente dois anos fora da escola.

O distanciamento social foi uma das medidas que impactaram de maneira mais profunda as escolas brasileiras, mas que se mostrou necessário para mitigar a transmissão da doença e assim reduzir a carga sobre o sistema de saúde. Nascimento (2020) vai complementar essa informação ao relatar que o isolamento social e o ensino remoto representaram uma grande barreira para os alunos, visto que houve a necessidade em reorganizar e repensar os objetivos de trabalho escolar considerando a situação vigente.

De fato, a pandemia ajudou a aprofundar desigualdades bem como trazer uma série de problemas para a vida das pessoas no que diz respeito a danos à saúde mental, porém não se pode generalizar e colocar todos os problemas da escola no momento pandêmico que vivenciamos.

Voltando para a apresentação da SEI, uma grande resistência por parte do alunado foi notada logo nas primeiras falas do professor em relação ao projeto, onde se pôde verificar uma certa apatia e falta de foco (**Tabela 5.2**) para com o objetivo a que se pretendia galgar, ou seja, as contribuições didáticas do projeto.

De certo modo algo novo em relação a suas vivências escolares, uma vez que de maneira geral as aulas se apresentam dentro de um contexto tradicionalista (**Tabela 5.2**), na qual o estudante não detém um papel de protagonismo quanto ao seu processo de aprendizagem. Haja vista que por meio do método tradicional de ensino, o professor é considerado uma figura central e único detentor do conhecimento, esse que é repassado aos alunos, normalmente, por meio de aula expositiva. Já o estudante, esse é reduzido a expectador da aula, cabendo ao mesmo, apenas memorizar e reproduzir os saberes. (BRASIL, 2020).

O olhar disperso e voltado para questões alheias ao projeto, ao menos em um primeiro instante por parte dos discentes, bem como, eventuais reclamações e busca constante por uma maneira de sair daquela situação incomoda (**Tabela 5.2**), permite a reflexão e por consequência inferir sobre o modo como o contexto escolar pode se tornar um ambiente hostil, e que por vezes, em vez de promover a curiosidade e busca do educando por mais conhecimento, acaba por inibir tal processo. Com o intuito de superação desse paradigma, Brolezzi (2014), vai evidenciar que a relação entre professor/aluno deve ser empática, onde ambos os parceiros da comunicação devem demonstrar a capacidade para ouvir e refletir, de se mobilizar para o outro, importante passo para a abertura ao mundo exterior e a novos conhecimentos.

O educando demonstra medo diante do diferente, e o medo leva a um comportamento reativo, situação essa que pode ser contornada, pois ao ser instigado a trabalhar de maneira cooperativa com os colegas e ao mesmo tempo em posição de proatividade, transforma e é transformado pelo mundo. Uma vez que pesquisas recentes defendem que o engajamento dos estudantes nas práticas epistêmicas representa um aspecto importante da aprendizagem científica, pois possibilita ao estudante uma adequada percepção da dimensão social da ciência, bem como da natureza e conhecimento científico. (Duschl, 2008; Jiménez-Aleixandre, Mortimer,

Silva, & Díaz, 2008; Kelly, & Duschl, 2002; Kelly, & Licona, 2018; Mortimer, & Araújo, 2014)

Cabe ao professor compreender que a reação negativa é um fator natural ao contexto do aluno, onde se tem como normativa a passividade e obediência, mesmo diante de contradições tão profundas quanto as encontradas na escola.

Ao partir dessa lógica, os estudos sobre a indisciplina podem fornecer uma compreensão de como professores e alunos possuem formas diferentes de perceber e reagir à realidade, ambos estabelecendo expectativas em relação ao outro, que na maioria das vezes podem não ser correspondidas, podendo com isso gerar na relação uma série de conflitos. (FERREIRA, 2009).

Reação essa em vários momentos verificada através de frases tais como: “eu não entendi nada”, cabendo nesse momento uma maior sensibilidade do profissional da educação para perceber que aquele comportamento está mais relacionado ao impacto gerado no indivíduo em relação a responsabilidade em atuar de forma concreta em sua realidade escolar, do que uma simples forma de demonstrar contrariedade.

Infelizmente a estrutura escolar onde o aluno é colocado como um ser passivo, tem o potencial de introjetar nele acomodação e sensação de conforto ao qual o mesmo não está disposto em sair.

Na **tabela 5.2** está representado alguns dos fatores negativos associados e pontuados no texto acima e as consequências verificadas durante a aplicação do projeto.

Tabela 5.2 Impactos negativos na aplicação da SEI e suas consequências

Impactos negativos no processo de aplicação da SEI	Consequências imediatas
Contexto pandêmico – COVID-19	Isolamento, falta de interação para com os colegas de turma
Ensino mecânico	Inibição da participação, educação bancária
Estudante reativo ou passivo	Passividade diante de desafios ou reação agressiva.
Deslocamento da responsabilidade	Autonomia sem responsabilidade leva a passividade

Apatia e atenção dispersa dos estudantes	O desinteresse favorece a dispersão do aluno para com seu estudo.
--	---

5.3 Aspectos psicológicos e seu impacto no processo de ensino e aprendizagem

Colocar o estudante em uma posição ativa diante da prática escolar pode se tornar uma complexa tarefa. Dar autonomia em um contexto voltado quase que exclusivamente para a memorização de informações (**Tabela 5.3**), e que não representam uma aprendizagem significativa, refletem em uma estrutura bancária da prática educacional e podem gerar um impacto mental voltado a dissonância cognitiva (**Tabela 5.3**).

Por se tratar de práticas que exigem um nível de engajamento e capacidade intelectual ao qual não estão acostumados. De acordo com a obra de Piaget (1896-1980) a capacidade de conhecer não seria inata e nem resultado direto da experiência. Ela seria construída pelo indivíduo à medida que a interação com o meio o desequilibra, ou seja, o desafia, exigindo novas adaptações que possibilitam reequilibrar-se, numa caminhada evolutiva e dessa maneira a inteligência humana se renova a cada descoberta.

Cabe mencionar que o desequilíbrio é um estado mental natural, que acontece quando estamos expostos a atividades desafiadoras, e que analogamente a um processo homeostático tende a retornar para um estado de equilíbrio quando acomodamos em nossas estruturas mentais os conhecimentos necessários à sua realização. Jean Piaget, para explicar o desenvolvimento intelectual, partiu da ideia que os atos biológicos são atos de adaptação ao meio físico e organizações do meio ambiente, sempre procurando manter um equilíbrio. Assim, Piaget entende que o desenvolvimento intelectual age do mesmo modo que o desenvolvimento biológico (WADSWORTH, 1996). Para Piaget, a atividade intelectual não pode ser separada do funcionamento "total" do organismo (1952, p.7)

Colocar o estudante como ser proativo e livre para tomar suas próprias decisões é acima de tudo uma necessidade, porém que deve ser trabalhada com cuidado por parte do professor mediador, de maneira que não recaia no erro de punir

os educandos em relação seu comportamento indisciplinado, visto não haver um fator de personalidade para tal.

Freire vai declarar que “Procurar conhecer a realidade em que vivem nossos alunos é um dever que a prática educativa nos impõe: sem isso não temos acesso à maneira como pensam, dificilmente então podemos perceber o que sabem e como sabem” (FREIRE, 1997, p. 53).

Nesse contexto de insatisfações mutuas, Ferreira (2018) mostra que os conflitos entre professore e alunos, aqui representado na figura da indisciplina não é resultado de fatores isolados, mas uma multiplicidade de influencias que recaem sobre o adolescente e sobre a criança ao longo do seu desenvolvimento.

O estudante ao longo do processo deverá perceber que a responsabilidade fará parte de sua vida como estudante, que a liberdade nesse sentido traz consigo um peso ao qual ele deva ser capaz de suportar e oportunamente transformar sua realidade. Para Demo (1998) é necessária a formação de “aluno-sujeito”, “[...] aquele que trabalha com o professor, contribui para reconstruir conhecimento, busca inovar a prática, participar ativamente em tudo”

Por falar em processo de construção de novas estruturas mentais (**Tabela 5.3**) como princípio norteador de uma aprendizagem significativa, leva se em conta não apenas os fatores internos como base para esse fim, mas a interação e socialização, base para a construção de saberes, idealizados uns com os outros e mediados pelo mundo, afinal é onde encontramos a base empírica para a sistematização do conhecimento. E devido ao homem se configurar como um ser social é que Vygotsky vai dizer que além disso., trata-se de um agregado de relações sociais encarnadas em um indivíduo”.

Na **tabela 5.3** podemos observar alguns dos fatores psicológicos que afetaram de maneira negativa o andamento do processo de aplicação da sequência didática e suas possíveis causas aparentes.

Tabela 5.3 – Aspectos psicológicos negativos e as causas mais comuns

Aspectos psicológicos negativos	Causas comuns
Dissonância cognitiva	Contradição entre o contexto tradicional e o inovador
Falta de internalização de conceitos	Conceitos sem significado real

Dificuldades na construção de novas estruturas mentais	Falta de pensamento crítico sobre o assunto, socialização, diálogo.
Memorização como única ferramenta para o aprendizado	Não aplicação de outras formas de aprendizado: sinestesia, uso de imagens, ícones, etc.

5.4 Ensaio 01 – construção dos mapas e sistematização dos conhecimentos

Para que se contemplasse as discussões sobre os principais aspectos relacionados as questões problema que levariam a construção de mapas conceituais, foi pedido para que os grupos se organizassem de modo que se desse início a sistematização dos conhecimentos.

Dessa maneira o diálogo deu início por meio do levantamento das hipóteses idealizadas pelos educandos quanto a existência de um processo de tratamento da água da escola, etapas e possíveis problemas associados a não realização de um tratamento adequado, que fez referência às seguintes perguntas problema:

A água da escola passa por algum tipo de tratamento?

Como é feito o tratamento da água que bebemos na escola?

Quais os possíveis problemas associados a um tratamento inadequado da água?

Cada grupo teve um tempo de 10 minutos para terem suas hipóteses sobre as questões problema discutidas e reunidas em um mapa conceitual elaborado pelo grupo, a partir desse momento eles deveriam tirar as informações relevantes.

O professor foi responsável por instigar os estudantes na construção de novos conhecimentos, tendo como ponto de partida as perguntas norteadoras. De modo a mediar o dialogo a estabelecido e trazer novas informações e curiosidades

Tabela 5.4 Descrição dos grupos com o número de alunos do turno manhã. Teresina-Piauí

Grupos	Total de alunos participantes por grupo	Total de alunos que não participaram da SEI	Total de alunos
Grupo 01	7		

Grupo 02	7		
Grupo 03	7	4	32
Grupo 04	7		

Tabela 5.5 Descrição dos grupos com o número de alunos do turno tarde. Teresina - Piauí

Grupos	Total de alunos participantes por grupo	Total de alunos que não participaram da SEI	Total de alunos
Grupo 01	6		
Grupo 02	6		
Grupo 03	6	6	30
Grupo 04	6		

5.6 Análise das apresentações dos mapas conceituais

5.5.1 Inconsistências no processo investigativo – mapas conceituais

O debate e as contribuições para o ensino de biologia a respeito das hipóteses levantadas pelos estudantes se configuraram como o objetivo previamente estabelecido para essa etapa inicial de aplicação da SEI.

O que se verificou durante as apresentações foi o aspecto predominante da desmotivação por parte dos estudantes. Poucos foram os alunos a se colocar em posição proativa e receptiva em relação a aplicação do projeto.

Fato esse ilustrado durante grande parte do processo pela busca da reflexão e uma maior participação dos mesmos. A maior parcela dos grupos não conseguiu demonstrar de forma eficiente em suas análises, a lógica conceitual a que esse tipo de prática teria de potencial em contribuir para sua aprendizagem.

O que pode ser indicado através de um uso coerente de palavras-chave, por se configurar um meio de criar um esquema representativo do objeto de estudo. Uma forma de promover a “lógica “como fator preponderante para se chegar a um conhecimento significativo. O que está de acordo com Hamze (2022), ao argumentar que um mapa conceitual evidencia como uma pessoa apreende certo assunto, normalmente de maneira diferenciada de outra pessoa. Os mapas conceituais

“simplificam” a abordagem a problemas complexos. Servem para que o educando reveja e lembre conteúdos, recorrendo à sua memória.

Ademais, em algumas situações em classe, ficou clara a limitação quanto ao entendimento lógico das questões por parte dos estudantes, um problema de ordem interpretativa que interferiu de maneira profunda em suas argumentações.

Podemos explicar esse fenômeno como a falta de elementos básicos ao aprendizado, tais como leitura e interpretação, visto, pois, que mesmo ao ler várias vezes, o aluno não consegue compreender o texto, pois desconhece o significado. Maria Gomes e Maria Faria (1997) vão dizer que aprender a ler e escrever é muito mais que adquirir habilidades básicas, é principalmente construir, obter e atribuir sentido e significado a aquilo que é estudado.

As informações e estruturação mental das ideias apresentadas ainda se mostraram primários, ao não se compreender por exemplo quais tipos de microrganismos seriam responsáveis por problemas associados ao não tratamento adequado da água. Várias foram as respostas vagas tais como: bactérias ou vírus, e mesmo essas respostas não apresentaram um nível de racionalização científica adequada. Este fato recai sobre a incapacidade que alguns estudantes apresentam de não enxergar as relações dos objetos de estudo com suas vidas tangíveis.

Dewey (1959) vai dizer que existe a necessidade em se relacionar os conteúdos apresentados em classe com as relações sociais dos estudantes, uma vez que professor e aluno compreendem a natureza das matérias de forma totalmente distinta.

Um outro aspecto que se deve ter em mente e que pode explicar a forma como os estudantes agem diante de uma tarefa que exija engajamento, tem relação com o processo de acomodação e desmotivação, legitimado pelo aspecto fragmentado do conhecimento a que estão habituados. Behrens (2005) vai identificar que uma visão fragmentada tem levado os professores e os alunos a processos que se restringem à reprodução do conhecimento. Com isso, as metodologias utilizadas pelos docentes têm estado assentadas na reprodução, na cópia e na imitação. A ênfase do processo pedagógico recai no produto, no resultado, na memorização do conteúdo, restringindo-se a um mero cumprir tarefas repetitivas que, muitas vezes, não apresentam sentido ou significado para quem as realiza.

Ainda em se tratando das apresentações, se percebe facilmente como não há uma estruturação do pensamento voltada para a elaboração de explicações plausíveis sobre os fenômenos estudados, o que é consolidado por uma nítida falta de leitura e

reflexão sobre o tema, visto que existe uma dependência do fator memória, como principal elemento norteador das informações.

Um exemplo disso foi a busca constante durante as discussões por anotações, o que em certa medida acaba por se desconectar do objetivo, ou seja, a resolução dos problemas apresentados e o próprio processo investigativo em si, ficando evidente que não houve a internalização daquelas informações e em suas estruturas mentais.

Em seu trabalho, Werneck (2006) vai ressaltar que o homem não "descobre" o conhecimento pronto e acabado na natureza, mas relaciona os dados dela recebidos constituindo os saberes. A ciência nesse caso, seria o resultado desta elaboração mental, da reflexão, do estabelecimento de relações, da observação de causas, de consequências, de continuidades, de contiguidades, de oposições. Portanto, podemos entender a construção do conhecimento como a constituição dos saberes que resulta da investigação filosófico-científica.

Vale ressaltar que essas inconsistências preliminares podem ter como plano de fundo a própria forma como a sequência didática foi estruturada, no sentido de que o estudante ao se deparar com uma prática que mesmo em sentido amplo detenha um nítido caráter investigativo, se constitui em uma construção mental, uma elaboração que depende muito mais de abstração, que de conclusões baseadas em um ensaio laboratorial. Aspecto esse que pode contribuir para a falta de engajamento, fator limitante a curiosidade e que poderia ser explorada dentro de um outro contexto.

Desse modo, pode-se concluir que por ser tratar de uma perspectiva de análise qualitativa não se deve generalizar os resultados obtidos como algo que se possa reproduzir em todo e qualquer contexto escolar, vale pontuar que se trata de um recorte daquele contexto específico e que reflete aquele momento histórico em particular.

5.5.2 Destaques na vivência investigativa – mapas conceituais

Vale destacar que muito embora grande parte do alunado não tenha logrado êxito em suas arguições, uma menor parcela dos estudantes conseguiu estabelecer uma discussão significativa sobre a temática tratamento de água, na qual foram capazes de estabelecer uma vivência produtiva quanto aos conceitos levantados. Aqui

os representantes dos grupos demonstram a competência não somente em responder aos questionamentos de forma clara e objetiva, mas em estabelecer links com a realidade. Um exemplo disso foi quando o mediador questionou a respeito da potabilidade da água, ao fazer referência a uma possível contaminação. O que se justifica, uma vez que esse recurso após passar por tratamento na estação, ainda percorre um longo trajeto por encanamentos antigos até a chegada ao destino final.

Nesse instante, os participantes conseguiram abstrair o propósito da prática, e dessa forma contribuíram para a expansão do diálogo, uma forma efetiva para com a construção e sistematização do conhecimento. O gatilho mental veio por meio da seguinte citação: “Por isso no Brasil não é garantido beber água da pia”.

É oportuno inferir nesse momento que os discentes foram capazes de partir de um conhecimento inicial, prévio (menos complexo), para outro de maior complexibilidade e ancorado em base científica, uma vez que chegaram à conclusão de que a água mesmo ao passar pelo processo de tratamento, deveria complementar com o procedimento de filtragem nas residências, a fim de minimizar os riscos à saúde.

Dessa forma, para promover o engajamento em práticas epistêmicas, a concepção de ambientes de aprendizagem deve considerar a necessidade de os estudantes atuarem nesse continuum, participando das transformações e, conseqüentemente, tomando decisões acerca do que conta como dado, evidência, padrão ou explicação numa determinada investigação científica (Kelly, & Duschl, 2002).

Além disso, o conhecimento epistemológico introduzido por Vygotsky traz à tona que os trechos acima citados fazem referência “A Zona de Desenvolvimento Proximal que define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão, presentemente, em estado embrionário” (Vygotsky. 1984, p. 97).

Os estudantes, motivados pelo diálogo, foram capazes de realizar colocações pertinentes sobre questões intrínsecas a sociedade, ao estabelecer uma problematização. Pode-se dizer que a importância atribuída a uma problematização bem elaborada se relaciona à possível promoção de maior envolvimento do grupo, de modo que os alunos se sintam pertencentes à ação investigada e não apenas cumprindo tarefas, além de alavancar a aprendizagem (SANTOS; GALEMBECK,

2018). Conforme aponta Azevedo (2004) “a colocação de uma questão ou problema aberto como ponto de partida é ainda um aspecto fundamental para a criação de um novo conhecimento”.

Um exemplo disso é quando a aluna x, relata sobre problemas inerentes a qualidade da água, infraestrutura de saneamento em regiões afastadas das grandes cidades brasileiras. Com base nesse viés, o que se deseja na educação é uma formação em que o sujeito seja protagonista da sua própria aprendizagem. Que se constitua não como mero receptor de informação, mas como formador de opiniões, capaz de refletir e tirar suas próprias conclusões sobre os fatos e o mundo que o cerca (GUZZO, 2015; MERCHÁN; MATARREDONA, 2016).

Ainda dentro da temática água voltado ao contexto social, durante o estabelecimento das discussões, foram feitas considerações a respeito da porcentagem das cidades brasileiras que apresentam uma estrutura de saneamento que garanta a qualidade das águas, o que segundo pesquisa realizada pelos discentes, se encontra em torno de 46%. Análise da realidade que está em acordo com Sasseron (2015) ao mencionar que o processo investigativo, além da resolução de problemas deve acima de tudo possibilitar a mudança conceitual, o desenvolvimento de ideias que possam culminar em leis e teorias, bem como a construção de modelos.

De acordo com o dado levantado pelos estudantes, podemos verificar que quase metade da população brasileira viveria sem condições mínimas de saneamento e expostas uma serie de mazelas de ordem social e sanitária.

De acordo com o “Ranking do Saneamento”, estudo realizado pelo Instituto Trata Brasil em 2015, mostra que 40% dos esgotos do país ainda não são tratados. Além disso, 35 milhões de brasileiros não recebem o sistema de abastecimento de água. E ainda, mais de 100 milhões de pessoas não têm acesso aos serviços de coleta e tratamento de esgoto, ou seja, quase metade da população (BRASIL, 2017).

Devido a questões como essa, é que o cidadão comum deve ser alfabetizado cientificamente, visto ser imprescindível para uma tomada de decisão consciente e por consequência uma maior participação efetiva nas decisões de cunho social, de modo que o mesmo exerça sua cidadania de forma eficaz, contribuindo para uma melhor qualidade de vida, não somente de forma individualizada, mas dentro de um contexto coletivo. Nas palavras de Chassot (2003, p.91) “a alfabetização científica

pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida”

Dessa forma, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB/96), estabelece que o ensino na escola deve atender a outras demandas além da construção de conceitos, envolvendo a formação profissional e a construção de valores, dentro de uma consciência crítica de mundo. Tendo em vista essa problemática da educação no Brasil, o desafio é educar as crianças e os jovens, propiciando-lhes um desenvolvimento humano, cultural, científico e tecnológico, de modo que adquiram condições para enfrentar as exigências do mundo contemporâneo (DELIZOICOV; ANGOTTI & PERNAMBUCO, 2003).

Novamente ao retornar ao campo da análise das apresentações, o que se pôde verificar é que profissional docente se sentiu motivado pelos estudantes, e nesse momento fez uso de sua experiência e contribuiu efetivamente com novas informações, tais como: a questão da poluição dos rios de Teresina, que ao servirem de reduto de esgoto produzido nas cidades contribui para o processo de eutrofização e conseqüente piora na qualidade da água.

Ainda ao trabalhar sobre a questão do acesso a água potável nas cidades brasileiras, os alunos ao trocarem informações com o professor, conseguiram concluir que esse acesso restrito prejudicou muito a população em meio a pandemia, quando se discutia a importância da higienização das mãos. O que contraria as prerrogativas da Organização Mundial da Saúde (OMS) ao destacar que a melhor forma de prevenção seria manter bons hábitos de higiene, entre eles lavar as mãos com água e sabão frequentemente. (DUTRA; SMIDERLE, 2020).

Ao adentrar especificamente na análise das etapas de tratamento, foi possível estabelecer várias relações com outras disciplinas, tais como a química e física. Um exemplo disso foi quando os participantes trouxeram informações a respeito do processo de coagulação.

O professor explicou sobre a reação que ocorre com o sulfato de alumínio, ao mencionar sobre a formação de um agregado de partículas(coloides), ou quando os estudantes comentaram a respeito do processo de decantação, ficando claro o uso de conhecimentos comuns ao ensino de química, aos quais se relacionam com os processos de separação de misturas.

Aqui fica estabelecido os critérios relacionados a um ensino voltado para o desenvolvimento de um caráter interdisciplinar, que se configura pelo envolvimento

não somente de conceitos multidisciplinares, mas acima de tudo no tratamento de conceitos dentro de um contexto específico, uma situação problema real. O principal objetivo da interdisciplinaridade é conferir ferramentas para enriquecer a visão de mundo dos alunos. A partir dessa abordagem, indivíduos de todas as idades compreendem que um mesmo fato ou tema pode ser observado e estudado a partir de diferentes pontos de vista. (BRASIL,2021).

De maneira geral, aqui podemos citar várias outras contribuições ao aprendizado que tiveram como ponto de partida um processo contextualização promovido(dialogo) com os estudantes, uma tentativa de horizontalizar a relação e estabelecer uma aproximação entre o processo de ensino e a aprendizagem. Freire corrobora com essa atitude ao dizer que é através do diálogo que se dá a transformação do homem; que o diálogo é o caminho que faz o ser humano buscar a liberdade e rejeitar a manipulação. (BERTONCELLO, ROSSETE, 2008).

Uma forma de se estabelecer essa relação ficou clara, quando o professor ao se basear em uma colocação feita por um dos estudantes, mencionou sobre como os microrganismos seriam eliminados no processo de desinfecção da água.

Houve a abertura para se discutir uma pauta que levou em conta não somente a problematização em relação a bactérias comuns, mas também agentes bacterianos termotolerantes de importância médica, bem como sobre o surgimento das chamadas superbactérias.

Coliformes fecais, atualmente chamados de termotolerantes, segundo a resolução nº 375 de 17 de março de 2005, CONAMA, são: “Bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase-negativas, caracterizadas pela atividade da enzima β -galactosidase que podem crescer em meios contendo agentes tensoativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44^o - 45^oC, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem ainda em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal.”

Dessa maneira, o professor e o aluno estão engajados no ato de aprender, de conhecer. Behrens (2005, p. 73) corrobora essa ideia ao colocar que o professor progressista se porta como educador e também sujeito do processo, estabelece uma relação horizontal com os alunos e busca no diálogo a sua fonte empreendedora na produção do conhecimento. O docente, sem impor suas ideias e concepções, procura

estar a serviço do aluno superando a visão do aluno objeto, portanto, nega toda forma de repressão no processo e possibilita a vivência em grupo.

Ao serem questionados a respeito do porquê da necessidade em se tratar a água que chega à escola. De imediato obtive como conclusão por parte dos grupos, que se devia ao fato da existência de microrganismos e substâncias tóxicas presentes na água.

Então, muito embora em um sentido mais amplo, os alunos não tenham uma base sólida de conceitos sobre o tema, os mesmos conseguem estabelecer uma relação lógica entre o objeto de estudo e conhecimentos prévios adquiridos por meio da experiência fora do ambiente escolar.

O professor contribuiu com o diálogo por meio da inserção de alguns conceitos que normalmente não seriam abordados tais como: o de pureza de um líquido, pelo fato de a água se constituir como uma solução homogênea, onde se tem a presença de diversos sais minerais nela dissolvidos. Conforme Pimenta e Lima (2010), o professor é um profissional que ajuda o desenvolvimento pessoal e intersubjetivo do aluno, sendo um facilitador de seu acesso ao conhecimento.

Incorporação do aspecto histórico ao comentar sobre fatos relacionados a problemática da poluição da água, tais como a pandemia de peste bubônica, que teve relação direta com a falta de saneamento no período da idade média. A ciência nesse sentido é causa e efeito, condicionada e condicionante, determinada e determinante, da práxis social histórica do homem contemporâneo no processo de sua existência e evolução como espécie. (GERALDO, 2009, p.34)

Outra situação levantada foi a de como os microrganismos seriam retirados da água, já que por serem microscópicos não se poderia fazer apenas um processo de filtração. Os processos de desinfecção da água e consequente inativação dos microrganismos acabou por entrar na pauta, onde os alunos chegaram ao consenso de que seria uma ótima maneira de obter água potável.

Um outro momento relevante da aula, foi quando os alunos compreenderam que a água potável não seria um líquido isento de substâncias dissolvidas, e que ela mesmo ao aparentar um aspecto limpo não necessariamente estaria própria para o consumo humano. O que está de acordo com as características de um processo de aprendizagem onde se leva em consideração as situações reais, bem como o processo de construção de conceitos, baseados no socio interacionismo.

Essas e outras ideias culminaram com o consenso a respeito de como o saneamento básico contribuiu de forma efetiva para o aumento da expectativa de vida das pessoas, uma vez que houve uma redução drástica da mortalidade por ingestão de água contaminada, bem como na redução do risco de epidemias.

O que está de acordo com Carvalho (2004), segundo ele, as atuais propostas na área do ensino de Ciências propõem atividades envolvendo discussões de problemas de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente – CTSA, buscando integrar os conteúdos e o processo criativo para a construção do conhecimento por parte dos alunos.

Ao fim da atividade, os estudantes de maneira geral foram eficientes em colocar em pauta de análise, problemas relacionados a ingestão de água contaminada, ao dar como exemplo, patologias relacionadas a contaminação de afluentes em meio urbano. Comentaram sobre a questão da leptospirose, doença causada pela urina dos ratos, ou ainda estabeleceram uma relação de causa e efeito sobre o desequilíbrio osmótico, acarretado pela ingestão de água salgada. (Tabela 5.6)

Fica evidenciado aqui como o processo investigativo, tem papel importante em se criar um ambiente propício ao aprendizado, bem como em se chegar a um consenso sobre determinadas temáticas, um enorme potencial para se tornar relevante quanto ao desenvolvimento das competências e habilidades.

Tabela 5. 6 Possíveis significados associados as falas dos estudantes.

FRASES	Possíveis significados
“Por isso no Brasil não é garantido beber água da pia”	Estabelecimento de link com a realidade (processo de conscientização)
“A maioria das cidades brasileiras não tem acesso a saneamento básico”	Análise crítica do tema abordado
“O processo de tratamento da água é realizado por meio de separação de misturas”	Desenvolvimento de um trabalho interdisciplinar
“Como eu posso saber ao encontrar água em um local, se ela está limpa”?	Desenvolvimento da autonomia do estudante e tomada de decisões
“Água estar limpa não significa que esteja própria para o consumo”	O conteúdo apresenta significado real

5.5.3 A construção dos mapas conceituais (Análise do material produzido)

Para se traçar uma linha de pensamento que seja coerente com a elaboração de um mapa conceitual (mental), se pode recorrer a uma ideia bastante adequada ao processo de abstração dos saberes, aqui representado por (AUSUBEI, NOVAK, HANESIAN ,1980) quando menciona que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece.

Essa citação é importante por que é fundamento para a ideia da construção de uma elaboração mental, onde se parte de conceitos mais gerais e se procura ao longo do tempo estabelecer um nível de complexidade maior em relação a um tema a ser apreendido. Ao partir desse ideário, se pode tirar conclusões relevantes quando aos mapas conceituais produzidos pelos estudantes.

Em um primeiro momento, se nota que a maior parcela dos discentes conseguiu conceber mapas conceituais de forma organizada e hierarquizada. Muito embora, em alguns dos trabalhos foi verificado não constar uma relação direta entre as informações apresentadas e as possíveis hipóteses levantadas, mas sim um agregado de palavras conectadas sobre a temática da água.

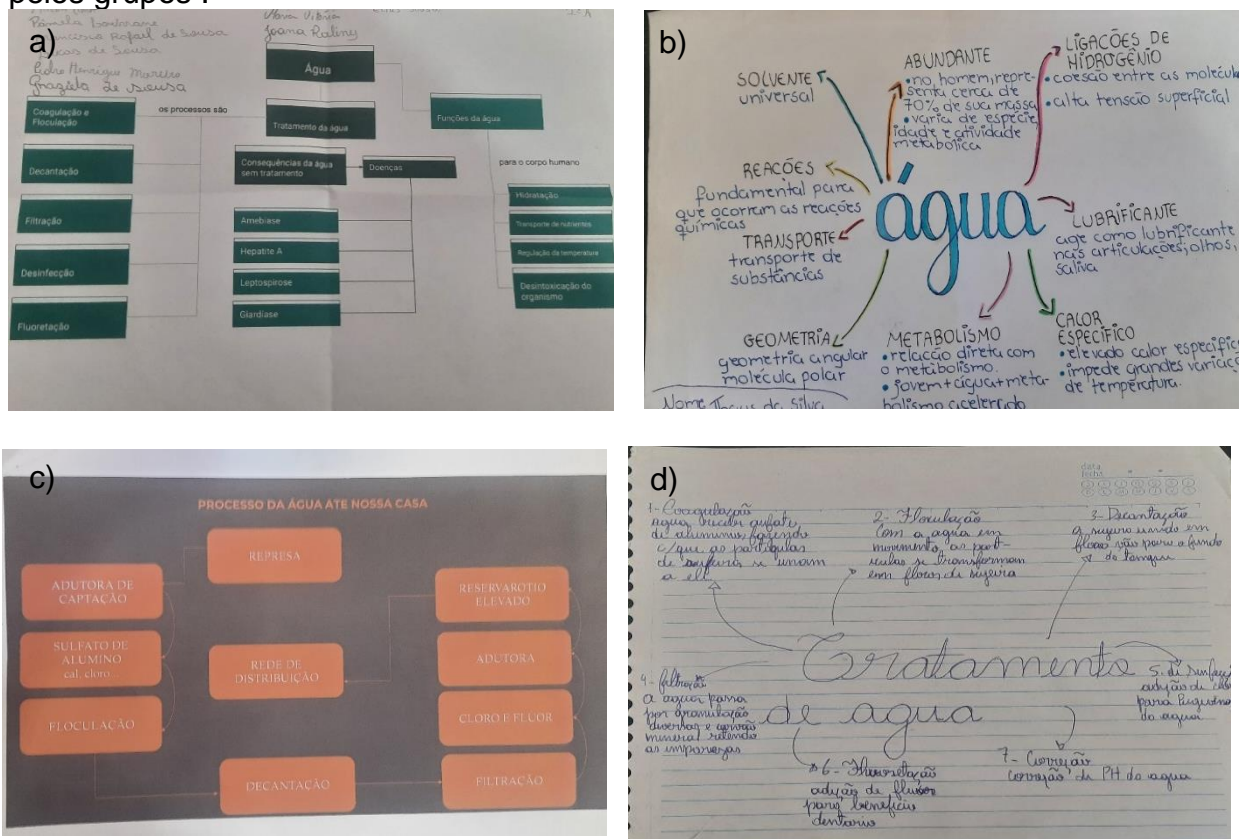
A construção de mapas conceituais na maneira proposta por Novak (1998) e Gowin, (1999) considera uma estruturação hierárquica dos conceitos que serão apresentados tanto através de uma diferenciação progressiva quanto de uma reconciliação integrativa.

Em outros mapas se pôde constatar que os grupos em vez de organizarem os conceitos de forma lógica, ao se ater como ponto de partida o tratamento da água, apenas realizaram uma pesquisa a respeito desse processo e colocaram nos em seus esquemas informações aleatórias

Não houve uma análise crítica e filtragem quanto as informações obtidas no material pesquisado. Uma evidencia disso veio por meio da necessidade em incorporar o maior número possível de informações ao trabalho, sem que fosse feita uma organização prévia das ideias. Dessa forma os educandos não foram capazes de elaborar um conceito geral e lógico sobre o assunto, o que representa um vínculo inequívoco do caráter condicionante e alienante a que estão submetidos. A educação segundo Nicolescu (2000), trata-se de “aprender a conhecer”, o que significa ser capaz de “estabelecer pontes entre os diferentes saberes, entre estes saberes e seus significados para nossa vida cotidiana, entre estes saberes e significados e nossas capacidades interiores.”

Por outro lado houveram grupos que produziram belas elaborações mentais ao qual procuraram de forma coerente estabelecer as ligações entre as hipóteses levantadas de forma lógica, conforme foi sugerido na aula anterior. Ficou evidente a forma como esse tipo de esquema contribui para o enriquecimento do debate, pois foi a partir deles que os alunos que se destacaram em suas colocações e perguntas pertinentes. (Figura 5.1

Figura 5.1. Fotografias a), b), c), d) referentes aos mapas conceituais produzidos pelos grupos .



5.6 Ensaio 02 – Análise do aspecto físico da água

Ao visar expandir as discussões a respeito da importância da água e a manutenção de sua qualidade, o professor realizou um ensaio experimental em que fez uso de um copo com água, onde o mesmo foi repassado para os referidos grupos. Em seguida os orientou a realizar uma observação minuciosa dos aspectos visuais daquela amostra, e com isso elaborar e anotar suas hipóteses para posterior debate.

Para nortear as análises dos estudantes e promover uma maior reflexão, foram repassados a eles questões norteadoras a serem respondidas em dois momentos distintos.

1° Momento (levantamento das hipóteses)

Como podemos explicar se a água no copo é própria para o consumo?

2° Momento (após experimentarem a água)

Se a água limpa não é sinônimo de potável, então o que é água potável?

Como se explica o fato de a água estar limpa, mas imprópria para o consumo?

5.6.1 Levantamento de hipóteses

Os estudantes socializaram a respeito das características físicas da água, anotando suas conclusões no caderno. A base para suas observações foram os seguintes aspectos: cor, odor, se está limpa, porque não dá para ver nada nela.

5.6.2 Sistematização dos conhecimentos

Após a realização das observações e levantamento de hipóteses, foi pedido para que os representantes de cada um grupo para experimentar um pouco da amostra de água. Feito isso, os mesmos deveriam dialogar e notar as conclusões a respeito das questões disponibilizadas.

Passado esse momento, o professor dá início a uma nova discussão a respeito das observações feitas pelos estudantes, tendo por base os seguintes objetivos:

Entender as características da água potável;

Compreender a presença de microrganismos que podem causar doenças;

Reconhecer a importância do tratamento da água;

Diferenciar água potável de água limpa;

Relacionar a solubilidade com o uso de agrotóxicos e microrganismos presentes na água.

Obs. A apresentação das respostas dos estudantes foram apresentadas de maneira oral, onde por meio desta, o professor contextualizou sobre a importância do tratamento da água, bem como outras curiosidades relacionadas ao tema.

5.6.3 Análise sobre as características físicas da água

A primeira observação quanto a realização da prática foi a de que os grupos conseguiram realizar todo o processo de forma satisfatória, ainda que em sua maioria,

demonstrassem um conhecimento mais generalista sobre o tema, o que contribuiu para as suas conclusões.

Uma evidencia de que por meio de estudos anteriores sobre a temática da água, ou através de uma experiência empírica, o estudante se mostra capaz de compreender razoavelmente o fenômeno estudado. O que vai ser corroborado por Dewey (1919) e Schwab (1962) ao entenderem o ensino por investigação como uma representação da ciência tal como a praticada pelos cientistas.

As observações realizadas pelos estudantes mostraram-se eficazes em estabelecer algumas premissas simples relacionadas as seguintes características tais como: o odor, aspecto visual e limpeza, e se haveria ou não algum sobrenadante.

Nesse ponto específico se pode inferir que através do interesse demonstrado pelos estudantes, este tipo de ensaio detém grande potencial em promover no aluno o despertar para a curiosidade, tão necessária para se estabelecer um vínculo entre o objeto de estudo e o aprendizado, uma prerrogativa fundamental para a prática científica.

Paulo Freire (1996) vai destacar a importância da curiosidade em sala de aula, uma vez que não se pode simplesmente aceitar aquilo que em nós é despejado como uma verdade única, devemos ir além, e ser curiosos mesmo em nossa curiosidade.

Aos estudantes foi incumbido o início da investigação por meio da proposição em se responder uma questão norteadora, na qual se teve por objetivo que os alunos dessem uma explicação plausível para justificar se a amostra de água apresentada seria própria para o consumo. Se justifica essa prática no fato de que as características físicas possuem importância sobre o aspecto estético da água, enquanto, as características químicas e biológicas são de grande importância com relação a saúde humana. (MENESES, 2019).

Apesar de não ficar claro o porquê de a água estar aparentemente limpa mais ainda assim não ser considerada própria para o consumo, todos os grupos foram unânimes em concordar que a amostra não poderia ser utilizada para esse fim.

Quando indagados sobre as possíveis causas para essa inadequação entre aspecto de limpeza e potabilidade, muitos dos estudantes conseguiram chegar a uma resposta satisfatória, ao citar por exemplo que: “apesar de não se poder enxergar sujeira na água, poderia haver alguma substância dissolvida nociva ou mesmo microrganismos que pudessem causar doenças”.

Mais uma evidencia de que os conhecimentos prévios são importantes na construção do aprendizado, o que vai de encontro com o pensamento de Piaget, ao dizer que todo conhecimento só é possível porque há outros anteriores (FERNANDES, 2011).

A aprendizagem só é significativa quando são trabalhados conteúdos que se relacionem com os conhecimentos prévios dos alunos em sala de aula, ou seja o aluno relaciona uma nova informação com um conceito já existente, ocasionado em uma reflexão que modificará aquela informação, resultando em um novo conhecimento (AUSUBEL, 1982).

Nesse momento, buscou-se promover uma aproximação dos conhecimentos prévios apresentados pelos educandos, com outros os quais os mesmos não tinham acesso, estabelecendo novamente o que Vygotsky chamou de zona de desenvolvimento proximal, ao qual estabelece que o professor mediador deve complementar aqueles conhecimentos preliminares com outros de maior complexidade, criando assim uma ponte que visa a produção de conhecimento.

Passado esse instante reservado ao levantamento das hipóteses, foi pedido para que cada representante dos grupos experimentasse um pouco da amostra de água. A finalidade aqui seria de confirmar ou refutar tais convicções estabelecidas anteriormente. O que de fato veio a ser confirmada, visto que aquela amostra de água estava alterada pela adição de cloreto de sódio (sal de cozinha).

O professor aproveitou o momento para realizar uma série de colocações sobre a capacidade a água dissolver substâncias e que a depender da fonte que ela foi coletada poderiam haver outras formas de agentes contaminantes, tais como metais pesados ou microrganismos patogênicos. Na verdade, a água pura no sentido rigoroso do termo, não existe na natureza, pois a água é um ótimo solvente, e desta forma, nunca é encontrada em estado de absoluta pureza. A água pode conter uma série de impurezas, que precisa de um tratamento, para que assim, possa atender a um padrão de potabilidade para ser consumida. (MENESES, 2019).

Essas referências vieram a ajudar nas conclusões a que chegaram, por meio das respostas que os grupos já haviam idealizado de forma empírica.

Nas tabelas **5.6 e 5.7** descrevem algumas das respostas dos alunos em relação as questões problema que fazem referência ao ensaio sobre as características físicas da água.

Tabela 5.7 Resposta para as questões problemas.

Questão problema	Respostas dos Estudantes
Se água limpa não é sinônimo de potável, então o que é água potável?	“água potável é aquela que não tem cheiro, não tem cor, ou gosto”.
	“Olhando sem os equipamentos próprios, qu toda água aparentará ser boa”
	“A água limpa é aquela livre de excesso de substâncias, microrganismos que possam trazer doenças”
	“Água limpa é aquela livre de microrganismos”
Como se explica o fato de a água estar limpa, mas imprópria para o consumo?	“só olhando não dá para saber se a água é potável”
	“porque apesar de aparentar estar limpa, ela pode apresentar sais em excesso dissolvidos, ou microrganismos que causem doenças”
	“água potável é aquela tratada”
	“aquela livre de doenças”
	porque pode apresentar minerais dissolvidos e microrganismos
	ela pode apresentar sujeira que deve ser retirada por tratamento”

Por meio desse ensaio se pode concluir que as observações e hipóteses levantadas pelos estudantes foram condizentes com a teoria encontrada nos livros didáticos. Pois argumentaram de forma coerente e por meio de suas falas chegaram a conceitos sobre as propriedades organolépticas, tais como odor, sabor, cor, questões como pureza de uma substância, solubilidade, entre outras.

Lograram êxito em explicar algumas das variáveis que poderiam alterar a qualidade da água, uma vez que discutiram sobre a possibilidade de ela conter contaminantes e patógenos e em seguida terem suas expectativas confirmadas, pois a amostra apresentava cloreto de sódio. Logo os alunos conceberam que apenas o aspecto visual não seria suficiente para determinar se essa substância seria potável.

Se estabelece aqui uma evidência de que se pode conceber uma relação direta entre a apropriação de conhecimentos básicos em ciências ao aliar teoria e a prática, de modo que os estudantes possam construir e reconstruir conhecimento de forma eficiente, visto que o aprendizado significativo vem do domínio das ações metais e operações promovidas pela realidade.

Logo, o Ensino por Investigação se caracteriza por abordagem didática que propõe que, ao invés de apenas aprender o que a ciência construiu por meio da

memorização de nomes e fórmulas, manipulação de símbolos e cálculos, seria importante para os estudantes um contato mais próximo com o processo de produção do conhecimento (CARVALHO, 2013).

5.7 Ensaio 03 – Sobre a solubilidade da água

Na aula seguinte houve a apresentação de uma proposta de ensaio na qual ficou estabelecido a solubilidade da água como parâmetro para analisar sua relação com o processo de tratamento da água.

Inicialmente houve a proposição de uma situação problema a ser respondida durante o processo de realização da atividade investigativa.

Qual a relação entre a solubilidade dos materiais e o tratamento da água?

Em seguida foi realizada a distribuição dos materiais aos 4 grupos já estabelecidos durante a SEI. Sendo eles: serragem, álcool, detergente, sal e óleo de cozinha.

Após a distribuição das amostras o professor mediador realizou a explicação sobre o conceito de solubilidade, mencionou ainda sobre a facilidade em se encontrar os materiais do experimento, uma vez que são de uso comum. Atentou-se ainda ao fato de que esses resíduos poderem parar na rede de esgotos e conseqüentemente nas fontes de água da região.

Essa forma de abordagem permite ao professor contextualizar e reavivar possíveis conhecimentos prévios que ajudariam os estudantes a concluir a atividade de uma forma satisfatória. “Os conhecimentos prévios tornam possível a aquisição de ideias que podem ser utilizadas no universo das categorizações de novas situações e servem de pontos de ancoragem e descobertas de novos conhecimentos” (PIVATTO, 2014).

Para essa aula ficou estabelecido que eles iriam observar os materiais e inferir sobre a dissolução dos mesmos em meio aquoso, em seguida iriam anotar em uma tabela suas suposições.

Após o levantamento de hipóteses e preenchimento das tabelas, os grupos foram orientados a testar cada uma das substâncias em copos com água. Dessa maneira eles conseguiriam verificar se suas afirmações iniciais estariam corretas.

Em seguida, deu-se início a mais uma rodada de discussões, com a finalidade em se chegar a um consenso a respeito do comportamento de cada uma das substâncias testadas.

Muito da base teórica para a realização desse experimento vem dos conhecimentos prévios a respeito da estrutura molecular da água, tais como: eletronegatividade, interação química, ligações, polaridade.

Ao final da prática os estudantes foram convidados a responder a respeito de uma situação problema a respeito da relação entre solubilidade e tratamento de água, os mesmos deveriam ter como embasamento em suas respostas, os conhecimentos adquiridos durante o ensaio.

Figura 5.2. Imagens a) e b) dos Quadros de análise dos estudantes sobre a solubilidade das substâncias.

a) ENSAIO SOBRE SOLUBILIDADE E RELAÇÃO COMO TRATAMENTO DE ÁGUA

Substância	O que você acha que vai acontecer quando colocar a água em um dos copos?		
	O que eu acho?	O que aconteceu?	Conceito correto
Cloreto de Sódio (SAL)	O sal irá dissolver.	dissolve	se o sal tiver interação com o reagente
Serragem	Não irá dissolver	não dissolve	a madeira tem uma estrutura de fibras e por isso não dissolve
Óleo	Não irá dissolver	não dissolve	o óleo é apolar e não interage com a água
Alcool	irá dissolver	trouxe no começo e depois dissolve	é porque as moléculas do álcool e água são pequenas e conseguem interagir com a água
Detergente	irá dissolver, mas ficará com bolhas.	dissolve e fica com bolhas	O Detergente é tanto Polar como também é Apolar. Ele interage com Sua Polar e não interage com Sua Polar. A Polar.

b) ENSAIO SOBRE SOLUBILIDADE E RELAÇÃO COMO TRATAMENTO DE ÁGUA

Substância	O que você acha que vai acontecer quando colocar a água em um dos copos?		
	O que eu acho?	O que aconteceu?	Conceito correto
Cloreto de Sódio (SAL)	se misturam mais no fundo do copo fica o grão de sal	se dissolveram e os grãos ficaram no fundo do copo	Porque as moléculas da água interagem com os do Sal.
Serragem	Não vai se dissolver e os grãos vão ficar por cima da água	não se dissolvem e os grãos ficaram por cima da água	Porque a composição da Serragem é misturada e não se mistura.
Óleo	não vai se dissolver	Não se dissolve na água e criou um certo tipo de bolinha	a diferença de Polaridade faz com que eles não se misturem
Alcool	se mistura e vai ficar imperceptível	quando o álcool entrou em contato com a água subiu umas bolhas	na fórmula do álcool tem uma Ponte que é Polar e uma dos Pontes do oxigênio.
Detergente	Não vai se misturar e vai criar espuma.	se dissolve e ficou com a cor do detergente.	Porque a água é Polar e o álcool é Apolar.

Figura 5.3. Fotografia a) do material utilizado no ensaio de solubilidade.



5.7.1 Hipóteses e conclusões levantadas quanto ao NaCl (cloreto de sódio)

Durante o preenchimento das tabelas com as hipóteses, uma aluna faz o seguinte comentário: "Acredito que o sal de cozinha irá dissolver na água, porém uma pequena parte dele ficará no fundo do copo". Com base nessa fala fica evidenciado que o ensino por investigação pode contribuir para que os estudantes possam pensar, levando em conta a estrutura do conhecimento, evidenciando argumentos, mostrando autoria e competência nas ideias expostas (CARVALHO, 2018).

Participações como essa, abrem espaço para que o professor mediador dialogasse a respeito do que se vem a chamar de "corpo de fundo", ou ao fazer referência a conceitos tais como: coeficiente de solubilidade e fatores que possam influenciar na solubilidade das substâncias tais como pressão e temperatura.

Vale salientar que o processo investigativo exige professores que atendam às necessidades formativas, que rompam com a relação transmissão-recepção, passando a enxergar o ensino como construção colaborativa entre professor e aluno, por meio da pesquisa (CARVALHO; GIL PEREZ; 2011).

Algumas citações podem exemplificar as contribuições para a dialética estabelecida entre professor e alunos, tais como: "existe uma quantidade máxima de soluto que pode ser dissolvido em um determinado solvente e esse valor é determinado experimentalmente". Ou ainda, "com o aumento da temperatura e pressão o coeficiente de solubilidade pode ser extrapolado".

Em outro momento alguns alunos demonstram interesse em saber como cloreto de sódio interagia com a água através do seguinte questionamento: "Professor como

a água separa os cristais de sal”. Então foi explicado a eles que essa interação se devia ao fato de a molécula ser polar e o sal também apresentar cargas.

Os estudantes recorreram a memória, ao recordar sobre a frase “semelhante dissolve semelhante”, e então se discorreu a respeito de conceitos inerentes a eletronegatividade para explicar o porquê de o oxigênio apresentar uma carga parcial negativa, bem como os hidrogênios uma carga parcial positiva.

Nesse caso, “o oxigênio por ser um átomo pequeno, tem capacidade de atrair elétrons para si”, e apesar de realizar uma ligação do tipo covalente, ou seja, embora compartilhe elétrons com os hidrogênios, esses estão mais próximos de seu núcleo.

Vale ressaltar que as hipóteses iniciais foram confirmadas quando os estudantes colocaram um pouco do sal em contato com a água. Além disso, todos os grupos puderam contribuir de maneira efetiva para a construção de novas concepções acerca dos conhecimentos relacionados a solubilidade. Em certa medida houve o domínio de certas expressões, tais como “mistura”, “soluto” ou “solvente” e isso demonstra uma apropriação de uma linguagem científica, indicando que a linguagem está em processo de aquisição de uma função intrapessoal (VYGOTSKY, 2007) na organização do pensamento.

5.7.2 Hipóteses e conceitos levantados a respeito da solubilidade da serragem (madeira).

Com relação ao levantamento de hipóteses a respeito de que se haveria ou não dissolução da serragem na água, os estudantes afirmaram não ser possível, muito embora não fossem claros em explicar esse fenômeno.

Ao perceber essa contradição, o professor aproveita o momento para questionar os estudantes para que expliquem o porquê a serragem não dissolver em água. “O que leva vocês a pensarem que a serragem não se dissolveria na água?”, “Qual a composição da serragem?”

Com base nessa premissa, Lorenzetti (2022) vai dizer que o professor pode fazer outras perguntas, buscando uma justificativa para o fenômeno ou mesmo uma explicação causal, mostrando, no conjunto da classe, uma argumentação

Ao instigar o pensar do estudante sobre a composição do material, este vai observar e trazer à tona novas concepções que possam explicar a forma como expressam seus pensamentos. Nesse caso, entendendo que o material representa

signo, ao qual tem por função estabelecer uma relação entre, objeto, contexto histórico cultural e sujeito (SANTOS; SILVA; 2019).

Ao obter a resposta de alguns estudantes, “é da madeira professor”, coube a ele lembrar aos alunos que a serragem tem uma origem vegetal, e que essa madeira apresenta uma espécie de cera em sua superfície, que serviria como uma forma de adaptação da planta para evitar a perda de água para o ambiente.

Alguns alunos então fizeram a seguinte colocação: “há então se é cera, acreditamos que seja formada por moléculas apolares”.

O professor complementa ainda a informação ao dizer que desse modo os vegetais teriam nessa adaptação, uma característica fundamental para o domínio do ambiente terrestre. Carvalho e Gil-Pérez (2011) vão colocar que a prática docente deve possuir arcabouço teórico acerca do aprendizado das ciências; ter criticidade ao analisar o modelo tido como tradicional; buscar meios que garantam uma aprendizagem efetiva; saber guiar os estudantes; saber avaliar e articular o ensino e pesquisa.

Logo, os estudantes muito embora não tivessem uma concepção ampla sobre conceitos inerentes ao tema, contribuíram para se chegar a uma explicação razoável sobre o fenômeno estudado, o que foi confirmado quando os mesmos colocaram a serragem em contato com a água.

Dito isto, é importante deixar claro que não há expectativa de que os alunos vão pensar ou se comportar como cientistas, pois eles não têm idade, nem conhecimentos específicos para tal realização. O que se propõe é muito simples que se crie um ambiente investigativo em salas de aulas de Ciências, de tal forma que possamos ensinar os alunos no processo do trabalho científico para que possam gradativamente ir ampliando a sua cultura científica (CARVALHO, 2013, p. 9).

5.7.3 Hipóteses e conceitos levantados a respeito da solubilidade do óleo de cozinha

O óleo foi o reagente na qual os estudantes mais rapidamente escreveram suas hipóteses, no processo de preenchimento do quadro. Isso pode ser explicado por exemplo, por se tratar de uma substância bastante comum no dia-a-dia, por meio do uso doméstico ou mesmo por ser um exemplo clássico encontrado nos livros didáticos quando se fala em solubilidade.

Ao serem questionados para explicarem sobre a causa de a água não interagir com o óleo, os mesmos voltaram a mencionar a polaridade das moléculas como fator determinante, além de relatarem que em várias situações cotidianas já observaram que em meio aquoso o óleo forma uma camada sobre a água.

. O que vai de encontro com o que diz Azevedo (2004) onde por meio do Ensino por Investigação o estudante deixa de ser apenas um observador das aulas e passa a ter uma grande influência sobre ela, precisando argumentar, pensar, agir, interferir, fazer parte da construção de seu conhecimento. Com isso, deixa de ser apenas um conhecedor de conteúdo vindo a 'aprender atitudes, desenvolver habilidades, como argumentação, interpretação, análise entre outras.

Nesse instante um dos alunos faz a seguinte pergunta ao professor: "Certo, a água é uma molécula polar, mas o que especificamente as moléculas do óleo possuem que as impede de interagir com a água"?

Novamente o professor recorre ao quadro negro, onde desenha uma estrutura de um lipídeo genérico e analisa em sua estrutura as longas cadeias de carbonos e hidrogênios, ao dizer que: "A eletronegatividade dos hidrogênios e carbonos tem um valor muito próximo, em outras palavras, compartilham elétrons de modo equilibrado o que explica sua estabilidade".

Nesse caso, complementa a explicação ao dizer que os elétrons são puxados com força muito próxima, por ambos os átomos, o que não gera formação de cargas parciais. Cabe aqui mencionar que uma das maiores dificuldades dos estudantes ficou caracterizada pela falta de conhecimentos prévios desses temas relacionados a disciplina de química.

Foram enfáticos em afirmar que não lembravam se tinham estudado e se tinham estudado já haviam esquecido aqueles conceitos em um momento anterior.

Partindo das concepções de Pozo e Crespo (2009), dentro do contexto da dificuldade de os estudantes aprenderem Ciências, um aspecto destacado pelos autores está relacionada ao fato dos conteúdos serem factuais, ou seja, envolvidos em uma cultura conteudista que logo se diluem, e não na cultura científica, tendo contato com as faces da ciência e poder aplicá-las em diferentes situações.

5.7.4 Hipóteses e conceitos levantados em relação a solubilidade do etanol(álcool)

Ao darmos continuidade ao ensaio sobre solubilidade, a próxima substância que testada foi o etanol. Mais uma vez todos os grupos durante o processo de socialização, chegaram à conclusão de que o álcool se dissolveria em água.

Quando questionados sobre a razão para essa dissolução, um dos alunos comenta: Acredito que exista no álcool algo de polar e por isso ele interage com a água.

Nesse momento é pedido para que os grupos realizem o teste e misturem o álcool com a água dos copos, o que veio a confirmar a previsão quanto a dissolução. Seguindo com o diálogo, foi explicado aos alunos que a estrutura molecular do álcool apresenta uma região polar, conferido pela hidroxila (OH⁻).

Ao prosseguir com o ensaio, um outro aluno cita que ao ter estudado sobre as propriedades da água, lembra que essa substância é capaz de realizar pontes de hidrogênio, o que é corroborado pelos colegas. Um fato curioso é que apesar de lembrarem que a água faz esse tipo de interação, não conseguiram explicar como ocorre de fato o mecanismo.

Aqui fica clara, a importância da linguagem na formação dos conceitos, das interações discursivas em sala de aula, do entendimento de que o processo de ensino em Ciências parte de uma perspectiva cultural, que há no professor o papel mediador entre a cultura científica, que representa e do cotidiano, representado pelos estudantes no meio social (CAPPECHI, 2013).

Ao dar-se continuidade à discussão, foi explicado para os educandos como seria feita essa interação, uma vez que foi desenhado a estrutura do etanol e falado que o hidrogênio seria capaz de interagir com os oxigênios, o que não era uma novidade para eles. Outra característica da água que foi trabalhada foi sobre seu caráter anfipático, uma vez que apresenta uma região apolar CH₃-CH₂- e outra polar, o OH.

Nesse aspecto, o trabalho em sala voltado a investigação visa compreender as trocas discursivas identificadas nas falas dos estudantes durante os momentos de discussão de um conceito, o que forma os significados, que por sua vez é orientado pelos signos no enfrentamento de um problema proposto. Tal discussão é dialógica porque ocorre no movimento transformador das estruturas psicológicas superiores a começar pelo plano social (interpsicológico) e em seguida, no plano individual (intrapsicológico) (QUADROS et al., 2015).

5.7.5 Hipóteses e conceitos levantados a respeito da solubilidade do detergente

Em uma primeira observação feita pelos grupos em relação ao detergente e sua interação com a água, um dos grupos desenvolveu sua lógica, ao dizer que haveria a possibilidade de dissolução na água, o que pode ser demonstrado por meio da seguinte fala:

Professor acreditamos que água se dissolva no detergente, pois esse produto ajuda na limpeza.

Nesse caso “o ensino por investigação se caracteriza como uma abordagem didática que estimula o questionamento, o planejamento, a recolha de evidências, as explicações com bases nas evidências e a comunicação” (BRITO *et al*, 2018).

Com base nessa colocação, se fez necessário realizar explicações a respeito da estrutura dos sabões e detergentes e ao desenhar algumas estruturas químicas, é colocado que essas substâncias também possuem um caráter anfipático, uma vez que são formadas por longas cadeias de hidrocarbonetos ligadas a um grupo funcional (COOH) – chamado ácido carboxílico.

Feito isso, foi pedido aos estudantes que realizassem o teste, que colocassem um pouco do detergente em contato com a água e misturassem para ver o que ocorreria.

Foi relatado que a água assumia a consistência do detergente e começava a formar uma espuma espessa na superfície da solução. Para esse fato, foi explicado que ocorre a formação de uma estrutura chamada micela porque ao dissolver o detergente (ou sabão) em água, existe uma tendência entre as partes apolares de se unirem. Dessa maneira, esta estrutura “captura” a substância indesejável (gordura/óleo) em seu interior.

Com base nessas informações, os estudantes compreenderam que da mesma forma que o álcool, os sabões e detergentes são moléculas com caráter anfipático, e que a parte polar seria responsável por interagir com a água, enquanto a região hidrofóbica se ligaria a moléculas com essa mesma característica. Essas estruturas são comumente chamadas de ácidos graxos, que no caso dos detergentes são formados por ácidos sulfônicos de cadeia longa, que ao reagir com uma base forte, dão origem a um sal de ácido carboxílico, uma reação chamada de saponificação (VERANI, GONÇALVES, NASCIMENTO;2000).

Vale lembrar que o diálogo estabelecido entre professor e alunos, segue a premissa estabelecida pela terceira etapa do processo investigativo, que se configura

como “uma atividade para a sistematização e contextualização dos conhecimentos, podendo essa ser praticada por meio da leitura onde os alunos possam discutir suas hipóteses; a última etapa é denominada ‘escrever e desenhar’, quando ocorre a sistematização individual do conhecimento” (CARVALHO, 2013).

5.7.6 Análise da pergunta norteadora sobre a relação: solubilidade e tratamento da água

Ao serem questionados a respeito da última pergunta norteadora sobre a relação entre o conceito de solubilidade e o processo de tratamento da água, aos estudantes demonstraram compreender que os procedimentos de separação das substâncias presentes nos efluentes tem como base teórica a capacidade da água dissolver substâncias e que essas substâncias tem uma maior ou menor interação com esse solvente. Interação essa que está relacionada com a polaridade de suas moléculas.

O ensaio foi eficiente em promover uma maior interação entre professor e estudantes, em estabelecer um processo de socialização, em colocar o estudante como ser ativo na sala de aula, enfim de tornar o ambiente propício a reflexão e a investigação de temas de cunho científico.

5.8 Ensaio 04 - Análise microbiológica da água

5.8.1 Considerações iniciais

Para a realização da análise da água da escola ficou decidido que seriam idealizados por quatro grupos em cada uma das turmas de segundo ano. Além disso, cada grupo ficou responsável pela interpretação do experimento, bem como a produção de um relatório de caráter científico, em que teriam algumas perguntas a serem respondidas nas discussões, e entre elas se pode destacar:

Qual a importância do meio Lauril triptose e meio E.C?

Que reação estaria acontecendo caso o teste tivesse resultado positivo?

Que gás estaria liberado em tal reação?

Caso o resultado do teste fosse negativo, quais implicações isso teria para a qualidade da água, bem como a saúde?

Antes da realização do ensaio experimental, os estudantes foram avaliados por meio de pré-teste, na qual deveriam responder a um questionário sobre temática água, tratamento e análise microbiológica. Após a aplicação do experimento,

sistematização dos conhecimentos e posterior entrega dos relatórios, os estudantes foram convidados novamente a responder um pós-teste, com a finalidade de se verificar os ganhos conceituais a respeito da qualidade da água.

5.8.2 Análise microbiológica da água

Nas tabelas 5.8 e 5.9, é possível observar todas as respostas dos estudantes já separadas em categorias em cada questão, bem como nas figuras 5.4, 5.5. Em relação as respostas aos questionários, foi atribuído um valor numérico, referente a cada classe para referenciar a qualidade conceitual de cada resposta.

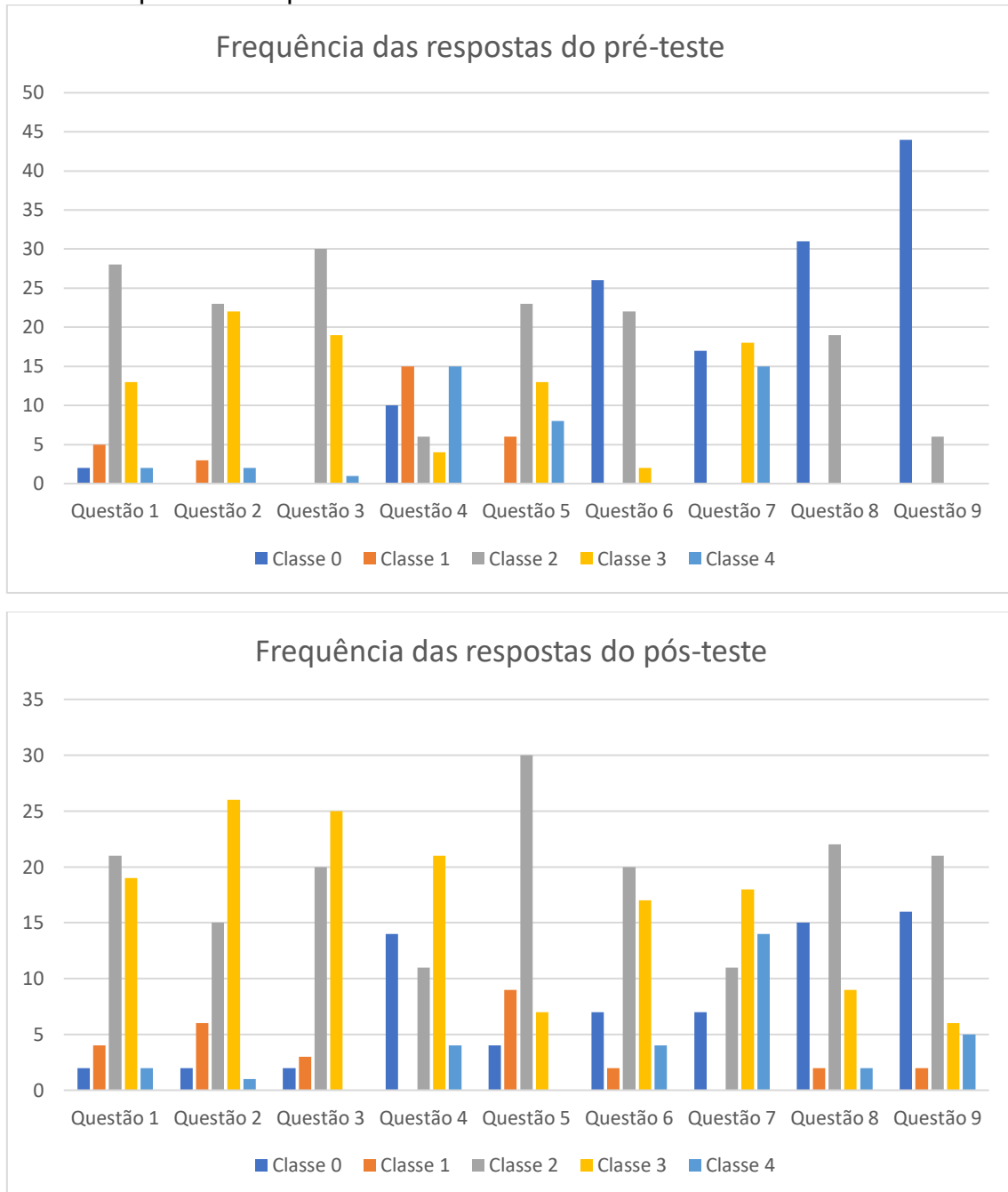
Tabela 5.8. Categorização das respostas dos alunos quanto a sua compreensão sobre a temática tratamento e análise microbiológica da água, antes do início da aplicação da prática e discussões. (Pré-Teste).

QUESTÕES	NÚMERO TOTAL DE ALUNOS / CLASSE DE RESPOSTA				
(A) Tratamento de água e saúde	4	3	2	1	0
1. Qual a importância do tratamento de água?	2	13	28	5	2
2. Descreva as etapas de tratamento marcando as alternativas	2	22	23	3	0
3. Que tipos de impurezas podem ser encontradas na água e que podem afetar a saúde humana? Marque mais de uma alternativa e explique sua resposta.	1	19	30	0	0
(B) Avaliação dos conceitos sobre análise microbiológica da água					
4. O que você entende por microbiologia?	10	15	6	4	15
5. Quais microrganismos podem ser testados em uma análise microbiológica da água? Explique sua resposta	0	6	23	13	8
6. Qual a origem do gás formado por um eventual teste positivo na análise da água? Marque a alternativa correta e explique sua resposta.	0	2	22	0	26
7. Porque devemos autoclavar (esterilizar os meios de cultura) antes de inocular as amostras de água? Marque a alternativa correta. E explique sua resposta.	15	18	0	0	17
8. As bactérias realizam um tipo de reação orgânica fundamental para a manutenção de suas funções biológicas. Marque entre as alternativas aquela que corresponde a esse processo. Explique sua resposta.	0	0	19	0	31
9. Qual o papel do meio Lauril Triptose e meio E.C. para a análise microbiológica da água? Explique	0	0	6	0	44

Tabela 5.9 Categorização das respostas dos alunos quanto a sua compreensão sobre a temática tratamento e análise microbiológica da água, após do início da aplicação da prática e discussões. (Pós-teste)

QUESTÕES	NÚMERO TOTAL DE ALUNOS / CLASSE DE RESPOSTA				
	4	3	2	1	0
I. Tratamento de água e saúde	4	3	2	1	0
1. Qual a importância do tratamento de água?	4	19	21	4	2
2. Descreva as etapas de tratamento marcando as alternativas	1	26	15	6	2
3. Que tipos de impurezas podem ser encontradas na água e que podem afetar a saúde humana? Marque mais de uma alternativa e explique sua resposta.	0	25	20	3	2
II. Avaliação dos conceitos sobre análise microbiológica da água					
4. O que você entende por microbiologia?	4	21	11	0	14
5. Quais microrganismos podem ser testados em uma análise microbiológica da água? Explique sua resposta	0	7	30	9	4
6. Qual a origem do gás formado por um eventual teste positivo na análise da água? Marque a alternativa correta e explique sua resposta.	4	17	20	2	7
7. Porque devemos autoclavar (esterilizar os meios de cultura) antes de inocular as amostras de água? Marque a alternativa correta. E explique sua resposta.	14	18	11	0	7
8. As bactérias realizam um tipo de reação orgânica fundamental para a manutenção de suas funções biológicas. Marque entre as alternativas aquela que corresponde a esse processo. Explique sua resposta.	2	9	22	2	15
9. Qual o papel do meio Lauril Triptose e meio E.C. para a análise microbiológica da água? Explique	5	6	21	2	16

Figura 5.4 – Gráficos da frequência das repostas dos estudantes em cada classe de 0-4 no pré-teste e pós-teste.



Com base nas **Tabelas 5.8 e 5.9** e figuras **5.4 e 5.5**, o que se percebe é que os estudantes demonstraram algum grau de conhecimentos sobre a importância da água, do processo de tratamento e possíveis agentes biológicos e químicos que poderiam ser encontrados na mesma (**Etapa A**), tanto em relação ao pré-teste, quanto ao pós-teste.

Isso fica demonstrado ao se fazer o comparativo entre os gráficos, pois houve um nítido incremento em repostas de **classe 3** e um aumento de **11%** em relação a

classe 3-4 no pré-teste e pós – teste. Já em relação aos conceitos elaborados pelos estudantes, de maneira geral se apresentaram por meio de uma estrutura simples de pensamento, o que ficou configurado no nível de racionalidade científico que oscilou dentro de uma determinada fundamentação teórica (**classe 3**), ou em um nível razoável de consciência sobre o tema, porém sem apresentar uma base teórica norteadora (**classe 2**).

Nesse caso percebe-se uma discrepância quanto ao nível conceitual dos estudantes, visto que em um primeiro momento (**pré-teste**) as informações não estavam ancoradas em uma base teórica sólida, ou seja, os conhecimentos por eles colocados muito embora se tratassem sobre questão da água, e sua forma de tratamento, não apresentava elementos conceituais sólidos sobre as etapas de tratamento ou sobre as impurezas que poderiam contaminar a água e causar problemas a saúde.

No que confere ao pós-teste, o nível de racionalidade se fez presente com a incorporação de conceitos tais como: solubilidade, dissolução, polaridade, microrganismos, etc. Uma observação a ser feita é que a aplicação da **SEI** foi interrompida por algumas semanas, o que influenciou nos resultados, pois os conceitos aqui mencionados já haviam sido trabalhados a priori.

Com base ainda nas fulguras **5.4** e **5.5** se pode tirar por conclusão as contribuições sobre as questões que fazem referência a prática experimental- análise microbiológica da água (**Etapa B**) tendo como ponto de partida uma análise comparativa entre os dois momentos da aplicação.

Aqui existe uma nítida melhora nos padrões de respostas dos estudantes, uma vez que os mesmos foram eficientes em sair de colocações que demonstram uma quase total incompreensão quanto as etapas do processo experimental, conceitos relacionados a biologia das bactérias e utilidade dos matérias utilizados na prática, tais como os meios Lauril e E.C., para um de maior qualificação quanto a suas competências e habilidades, principalmente no que diz respeito a respostas com nível **classe 3**.

Fatos esses evidenciados por meio de conceitos que variaram entre as (**classes 0 e 2**) durante a avaliação inicial(pré-teste), ou seja, que não detinham nenhum conhecimento de valor racional científico, verificado por meio de escritas que fugiam do tema ou se caracterizavam apenas como ideias desconexas sobre a temática da água. E mesmo aqueles que detinham algum nível de entendimento,

não demonstraram ter uma base teórica clara para explicar suas afirmações(hipóteses).

O que contrastou com os resultados obtidos quando nos referimos ao pós-teste, pois como mencionado acima, houve um aumento substancial na qualificação dos conceitos científicos inerentes as respostas atribuídas pelos estudantes, dentro de um processo de racionalização indicado pela **classe 3**, e até mesmo **classe 4**, muito embora essa última ainda tenha aparecido de forma bastante discreta, mas que ainda assim representou em termos de porcentagem a aumento de **17%** na qualidade das argumentações.

Os alunos fizeram colocações pertinentes sobre o metabolismo bacteriano, ao indicar por exemplo que a utilidade dos meios de cultura seria para obtenção de energia pelas bactérias, bem como ao indicar a fermentação como a reação capaz de gerar o gás carbônico $\text{CO}_2(\text{g})$, situação pela qual se poderia indiretamente indicar a presença desses microrganismos no ensaio, caso o resultado fosse positivo. O que nos permite concluir que “as aulas práticas tornam o conteúdo teórico mais atraente, motivador e próximo da realidade dos seus alunos” (INTERAMINENSE, 2019).

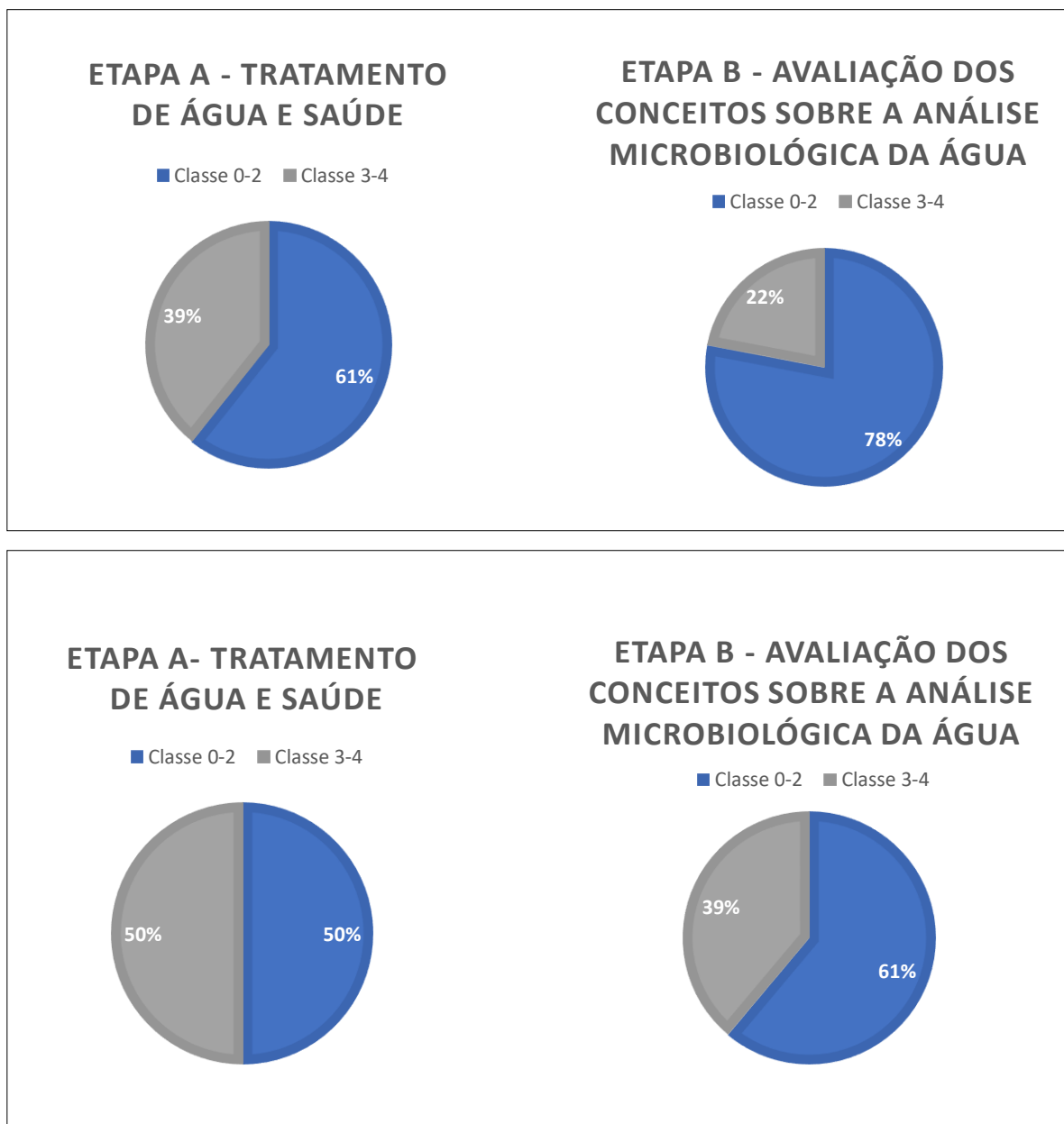
Uma grande parcela do alunado conseguiu ainda verificar importância do processo de esterilização(autoclavagem) dos meios de cultura produzidos e da pipeta, uma vez que os mesmos tem conhecimento da existência de microrganismos no ar e que poderiam influenciar diretamente no resultado do experimento.

Uma observação que deve ser feita aqui, é que houve algumas distorções pontuais quanto aos resultados nos gráficos, quando comparamos por exemplo, as repostas da **questão 5**. Nela pode-se notar um decréscimo quanto ao nível dos conceitos, uma vez que as **classes 1 e 2** tiveram um aumento anormal, e uma redução nas repostas referentes a **classe 3**. Esse fenômeno pode ser explicado por um baixo engajamento dos alunos da turma do segundo ano B, quando submetidos ao pós-teste.

Outra situação que ficou clara na realização da análise dos questionários, é que mesmo havendo uma gradual melhora quanto aos indicadores dos padrões de repostas dos estudantes, ainda há um déficit no que diz respeito a compreensão dos conceitos inerentes a prática, indicado pela baixa quantidade de repostas de **classe 4**.

Podemos entender que as capacidades desenvolvidas a partir de aulas práticas de biologia são:” a representação e comunicação, a verificação e compreensão e a circunstância sociocultural” (GEGLIO E SANTOS, 2011).Isso pode representar o indicativo de que os educandos ainda estão em fase de desenvolvimento dos conceitos e ainda não haver uma clareza quanto ao valor empírico dos mesmos.

Figura 5.5 Gráfico representando a frequência das respostas dos estudantes ao pré-teste e pós-teste em relação às categorias (Classe 0-4), para cada questão (Questões de 1-9).



5.8.3 Análise qualitativa dos relatórios produzidos

Com a finalidade em promover a processo de investigação científica, os estudantes foram orientados a produzir um relatório científico, pois seria uma maneira de sistematizar por meio de um documento os conhecimentos adquiridos durante o processo experimental sobre a análise da qualidade da água da escola.

E como parte dessa vivência científica, o uso do método científico se faz presente e tem como prerrogativas a busca pelas evidências, ao ter como premissa a construção de conhecimento sistematizado e em conformidade com a comunidade científica. Nesse mesmo sentido, a pesquisa científica, de acordo com SEVERINO (2017), é a realização de um processo investigativo planejado a partir de métodos pré-estabelecidos; ou seja, apenas significa o uso de técnicas rigorosas, o método científico, para se entender determinada situação, descrever suas características e conhecer melhor como as coisas funcionam.

Com relação ao material produzido, foi levado em consideração para a análise os seguintes critérios: a acurácia científica dos dados experimentais obtidos, os conceitos levantados pelos estudantes a respeito do tema, descrição das etapas e a estruturação do trabalho.

Ficou evidenciado por meio da escrita dos relatórios que a maioria dos grupos descreveram de forma objetiva e clara as informações a respeito de todo o processo experimental. De maneira geral, os estudantes realizaram a descrição das etapas do processo de produção dos meios de cultura, esterilização, além de compreenderem a importância de cada uma das etapas para a interpretação correta dos resultados experimentais e sua importância para se verificar a qualidade da água.

O que pode ser verificado por meio de algumas citações nos trabalhos, tais como: *“... para a preparação dos meios Lauril e E.C foram utilizados respectivamente, uma quantidade de 0,72g e 0,74g. Os cálculos foram feitos para um volume de 20 ml...”*. Nesse caso específico, os alunos demonstraram habilidade em realizar os cálculos da prática experimental, de forma coerente com o que foi orientado previamente em aulas anteriores.

Em outra escrita *“... O teste presuntivo se for positivo, indica a presença de coliformes totais ...”*. Fica claro que alguns alunos conseguiram discernir sobre a influência dos meios Lauril e E.C para o teste, visto que entenderam que as bactérias analisadas inicialmente seriam do grupo dos coliformes totais.

A importância em se esterilizar os materiais para a realização do ensaio também foi notado por meio das frases” *...o material foi levado para o laboratório para ser esterilizado em autoclave. a esterilização dos meios e da pipeta são importantes para evitar algum de tipo de contaminação, o que pode influenciar nos resultados.*

A influência dos microrganismos que se encontram no ambiente, sempre representa um empecilho para trabalhos que envolvem análise microbiológica. Nesse caso, se pode inferir que o entendimento de sua existência é um fator positivo para a realização da análise, uma vez que se evita a contaminação dos meios preparados, bem como dos instrumentos que o manipulem.

Ao se passar o período encubação das amostras de água nos meios, se chegou ao resultado, por meio de algumas citações do tipo...*teve de esperar 24h para ser obter o resultado que foi negativo.*

Vale lembrar que o resultado negativo, se deu pela não formação do gás nos tubos Durhan, como previsto na literatura.

Se pode concluir que todos os grupos obtiveram êxito quanto ao procedimento de escrita dos relatórios, pois muito embora houvesse alguns erros quanto a sua estruturação, de maneira geral apresentaram descrições de materiais, informações científicas relevantes e em acordo com a temática, além de manifestarem habilidades claras quanto a parte técnica do ensaio realizado.

5.8.4 Sistematização dos conhecimentos a respeito da análise microbiológica da água

Após a realização do ensaio, houve o momento para a entrega dos relatórios e dialogo a respeito de sua escrita, visto que se fez necessário buscar não somente o domínio dos estudantes quanto a parte técnica do trabalho, ou seja, aqueles conhecimentos relacionados apenas ao fazer científico, mais o que haveria nas entrelinhas daquele procedimento, e a isso faço referência aos conceitos teóricos da literatura. Para que haja em favor da superação das visões simplistas que em relação às atividades práticas envolve um trabalho articulado, o que requer do professor atenção ao processo de cognição do estudante (GOI, ELLENSOHN, HUNSCHE 2017).

Na data da apresentação, ao iniciarem as falas, logo se notou que os grupos não realizaram uma pesquisa abrangente sobre a prática, apesar de terem sido orientados para que o fizessem, pois assim facilitaria na construção dos relatórios.

Infelizmente como já previsto, os alunos não discutiram os resultados obtidos da prática, atendo-se apenas ao resultado, e não aos conceitos atrelados a área das ciências biológicas, onde podemos citar: o estudo das bactérias, qualidade da água e aspectos da microbiologia.

Isso fica explícito na fala de alguns alunos quando perguntados sobre a importância dos meios de cultura, que reação seria responsável para formação dos gases, que tipo de bactéria seria testada no meio E.C., entre outras questões.

Um dos alunos cita a seguinte frase” professor não consegui fazer as discussões, pois não consegui entender alguns conceitos da prática.

Outro aluno menciona que apesar de entender como fazer a prática, ele não enxerga nela a teoria dos livros.

Essas falas representam uma resistência quanto a mudanças que levem a superação de uma postura acrítica e voltada apenas para a memorização de informações.

O que obrigou o professor a novamente explicar sobre a importância em se estabelecer o vínculo entre os conceitos relacionados a análise da água e o procedimento experimental. Sendo assim remarcada as apresentações para a aula seguinte.

Na aula seguinte, os referidos grupos em posse de seus relatórios refizeram suas apresentações de modo coerente com o objetivo do trabalho. Sendo assim felizes em responder os questionamentos levantados acerca da parte conceitual do ensaio.

Durante a análise das apresentações foi possível notar por meio das falas dos estudantes, algumas características do processo investigativo, assim podendo citar: o aluno A faz as seguintes colocações,” *...Está na lei que é para ter água potável nas escolas...*” e “*... mais de 8 mil escolas no Brasil não tem acesso a água potável...*”. O estudante percebe a incoerência entre a lei que garante a qualidade da água no país, ao mesmo tempo que entende que esse direito é negligenciado pelas autoridades. De fato, o senso crítico é importante para analisar os fenômenos sociais influenciados pela ciência e tecnologia. Dito isso, “o despertar do espírito crítico, é caracterizado como um processo de amadurecimento humano em busca da verdade,

através de questionamentos imprescindíveis, possibilitando o progresso mental de cada indivíduo e dissipando as trevas da ignorância” (SILVA, 2017).

Já um aluno B vai dizer que” ...*O objetivo do ensaio é verificar a qualidade da água da escola...*” e que...*a água é um recurso essencial a vida ...*”. Há a nítida percepção do aluno em associar o caráter vital da água como um recurso e o objetivo da prática, uma vez que demonstra curiosidade quanto a qualidade da água que bebe na escola. Sensibilizar as pessoas quanto as questões ambientais estão no escopo do ensino por investigação, visto que nos encontramos conectados com o meio ambiente e logo dele dependemos para viver. Desta forma, “a realidade da Ciência atual deve ser vista como a integração da Ciência e da Tecnologia, Tecnociência (que utiliza elementos quer da Ciência, quer da Tecnologia) e, por isso, a educação científica deve aproximar-se de uma visão interativa entre ambas, o que equivale a uma visão mais real da Ciência” (VÁZQUEZ; MANASSERO, 2012)

Alguns alunos também fazem referência a qualidade da água por meio de frases como:” *a água deve estar potável para que não venha a causar riscos à saúde...* Outros estão atentos ao processo metabólico realizado pelas bactérias ..., *A formação do gás se dá por meio da fermentação...* ou ainda pelas seguintes arguições “...*as bactérias se alimentam do meio de cultura...*”. Por meio de uma aula que tenha como base a criação de uma cultura científica, fica notório o quanto esse tipo de metodologia ativa tem potencial em transpor conhecimentos imprescindíveis para uma sociedade que anseia por uma maior competência científica.

Com isso, as reflexões de Lemke destacadas por Sasseron e Carvalho (2011, p.71) demonstram a necessidade de promover discussões que propiciam a um público diverso a alfabetização científica, no intuito de ampliar a percepção da Ciência que os alunos têm sobre seu próprio cotidiano.

Por meio de falas como essas, pode se verificar que apesar do êxito dos alunos em demonstrar um determinado nível de conhecimento sobre a temática da água, tal qual foi apresentado durante toda a sequência didática, muito ainda deve ser feito para que se consiga superar as dificuldades da prática educacional, ainda mais ao se retratar o cenário científico, visto que esses estudantes ao longo de anos vem sofrendo com um uma forma de ensino que nitidamente não é eficaz em trazer se traduzir em transposição de conhecimentos básicos, uma lógica que limita o pensar e que condiciona o trabalho a situação crítica que se encontra.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa demonstrou os mais variados aspectos relacionados ao processo de ensino aprendizagem, no que diz respeito ao ensino por investigação.

Várias foram as contribuições a serem elencadas nesse trabalho podendo citar como exemplo: a construção de um processo investigativo na qual o estudante é colocado como protagonista, agente que busca na elaboração de hipóteses uma tentativa de explicar e compreender os fenômenos.

A capacidade em construir conceitos a partir da experimentação, em favor de uma abordagem que leve em conta o método científico, entendimento de mundo que permite uma flexibilização do conhecimento e não uma visão engessada do conhecimento pertencente a ciência.

O educando demonstrou a capacidade de racionalizar a respeito de temas relevantes, bem como a de se permitir dialogar com o professor, uma dinâmica que torna essa relação bem mais proveitosa e democrática.

Cabe mencionar que o tema tratamento de água e análise microbiológica da água cumpriu o papel de tornar os conteúdos relacionados a esse tema bem mais palatáveis para as discentes, além de ajudar na sensibilização quanto a forma como esse recurso é utilizada na sociedade.

Essa metodologia na forma de uma sequência didática, ainda assim não foi capaz de proporcionar o engajamento necessário por parte dos educandos de forma completa. Ainda houve muita resistência quanto a mudança de paradigmas educacionais, ainda mais se tratando aqueles voltados ao ensino tradicional, além dos fatores relacionados a pandemia de Covid-19 que certamente afetou a qualidade de aprendizagem desses alunos.

Acredito que o ensino por investigação possa se tornar uma forma emergente de quanto a forma de metodologia, com grande capacidade em gerar no estudante as habilidades necessárias para o seu desenvolvimento quanto cidadão, porém na minha visão ainda há muito a ser trilhado no que diz respeito as mudanças necessárias para melhorar a relação entre o estudante e os conteúdos.

Isso se reflete na maneira como o estudante encara as ciências naturais, vista como algo inerente ao mundo das ideias e não algo concreto e que interfere diretamente na sociedade nos mais variados espectros.

Enfim, para que o processo de construção do conhecimento seja realizado de uma maneira mais espontânea, a aula deverá ser pensada para além da construção de saberes pautados no protagonismo do aluno, mas na mudança de mentalidade do mesmo em relação ao que representa ser protagonista.

Vale ressaltar que somente o fato de se buscar uma maior participação dessas estudantes, já traz uma enorme contribuição, uma vez que se dá oportunidade para que os mesmos venham a pensar sobre um determinado tema e dessa maneira possam se desenvolver como seres ativos.

7. REFERÊNCIAS

- ABREU, L. C. **A epistemologia genética de Piaget e o construtivismo** vol.20 no.2 São Paulo: Rev. bras. crescimento desenvolvimento. humano., 2010.
- ACHON, C. L. **Ecoeficiência de Sistemas de Tratamento de Água a Luz dos Conceito da ISO 14.001**. dissertação de doutorado – USP, São Paulo, 2008.
- ALBERTS, B.; BRAY, D.; LEWIS, J.; RAFF, M.; ROBERTS, K.; WATSON, J. D. **Biologia Molecular da Célula**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- ALMEIDA, F.R.C.; **A influência do microbioma humano nas doenças cardiovasculares**. Faculdade de Ciências da saúde. Universidade Fernando Pessoa. Porto, 2018.
- ALVES, F. R. V., & Cavalcante, M. R. (2017). **Obstáculos (epistemológicos) e o ensino de ciências e matemática. Interfaces da Educação**. Disponível em: <https://periodicosonline.uems.br/index.php/interfaces/article/view/1603/1903>. Acesso em 16 abr.,2022.
- AMARAL, L. A. *et al.* **Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais**. Revista de Saúde Pública. São Paulo, v. 37, 2003. p. 510-514.
- AUSUBEL, D.P.. **Psicología educativa: um ponto de vista cognoscitivo**. México, Editorial Trillas. tradução de Roberto Helier D., **de la primera edición de Educational psychology: a cognitive view**,1976.
- AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J.D. e HANESIAN, H.; **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.
- AZEVEDO, M. C. P. S.; **Ensino por investigação: problematizando as Atividades em sala de aula**. In: Carvalho, P. M. A. (org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática, São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- AZEVEDO, M. C. P. S.; **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: CARVAHO, A.M.P. (Org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática, São Paulo: Cengage Learning, 2012. p. 19-33.
- SANTOS, S. V. **Coliformes fecais**. Mundo Educação Disponível em:<https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/coliformes-fecais.htm>. Acesso em: 20 jun. 2022.

BAIN, R., BARTRAM, J. ELLIOTT, M., MATTHEWS, R., MCMAHAN, L., TUNG, R., CHUANG, P., et al. **A Summary Catalogue of Microbial Drinking Water Tests for Low and Medium Resource Settings**. Int. J. Environ. Res. Public Health. 2012. p.1609-1625.

BARBERÁ, O., & VALDÉS, P.; **El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión**. Enseñanza de las Ciencias, 1996. p. 365–379.

BARBOSA, F.H.F.; BARBOSA, L.P.J.L. **Alternativas metodológicas em microbiologia: viabilizando atividades práticas**. Revista de Biologia e Ciências da Terra, 2010. p.138

BARTH, F. T.; POMPEU, C. D.; FILL, H. D.; TUCCI, C. E. M.; KELMAN, J.; BRAGA Jr., B. P. F. **Modelos para gerenciamento de recursos hídricos**. São Paulo: Nobel: ABRH,1987. p. 526

BASTOS, R. K. X. et al. Revisão da Portaria 36 GM/90. **Premissas e princípios norteadores**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, João Pessoa. Anais... Rio de Janeiro: Abes, 2001.

BEHRENS, M.O **paradigma emergente e a prática pedagógica**. Petrópolis: Vozes, 2005.

BENEDETTI, E. **Água- Fonte da vida- Considerações**. Veterinária Notícias, Uberlândia, v. 18, 2013. p. 1-5.

BERBEL, N. A. N.; **A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos?** Interface, 1998. p. 139-154.

BERTONCELLO, L. ROSSETE, R. S. **A importância do diálogo na relação professor-aluno e o paradigma da complexidade**. Revista Cesumar - Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, 2008. p. 177-190.

BOFF, D. S. ZANETTE, C.R.S.; **O desenvolvimento de competências, habilidades e a formação de conceitos: eixo fundante do processo de aprendizagem**. Congresso Internacional de filosofia e educação, Rio grande do Sul, 2010.

BORBA, B.J. **Uma breve retrospectiva do ensino de Biologia no Brasil**. Trabalho de monografia. Universidade tecnológica Federal do Paraná – UTFP. Paraná, 2013.

BORDENAVE, J. D.; PEREIRA, A. M.; **Estratégias de ensino-aprendizagem**. 19. ed. Petrópolis: Vozes,1998.

BORGES, A. T.; **Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em 16 fev. 2018.

BRAGA, B. *et al.*; **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. p. 318.

BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 1993. p. 71.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Brasília, 2011. Acesso em dez. 2021

BRASIL, **O saneamento ambiental e a qualidade de vida da população**, 2017. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/saneamento-ambiental-e-qualidade-de-vida/> Acesso em: 12 abr. 2022.

BRASIL, Ministério da Educação **Como funcionam e quais as alternativas aos detergentes?** Universidade Federal do Vale do São Francisco-UNIVASF. Petrolina, Disponível em: <https://portais.univasf.edu.br/sustentabilidade/noticiassustentaveis/com-o-funcionam-e-quais-as-alternativas-aos-detergentes>. 2019. Acesso em 14 fev. 2021.

BRASIL, Ministério da Saúde, 2020. **Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA)**. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha>. Acesso em: 15 de Agosto de 2022.

BRASIL, **Método tradicional de ensino e metodologias ativas: conheça as principais diferenças**. Disponível em: <https://beieducacao.com.br/metodo-tradicional-de-ensino-e-metodologias-ativas-conheca-as-principais-diferencas/#:~:text=No%20m%C3%A9todo%20tradicional%20de%20ensino,memorizar%20e%20reproduzir%20os%20saberes>. São Paulo, Editora MAS, 2020. Acesso em: 16 Jun. 2022.

BRASIL, 2021. **Interdisciplinaridade: Conceito, importância e vantagens**. 2021 Disponível em: <https://fia.com.br/blog/interdisciplinaridade/#:~:text=O%20principal%20objetivo%20da%20interdisciplinaridade,de%20diferentes%20pontos%20de%20vista>. Acesso em: 20/06/2022.

BRASIL, 2021. **Base nacional curricular comum**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 10 de julho de 2022.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretária de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas do Ensino Médio (DPEM). **Orientações Curriculares Para o Ensino Médio**: MEC/ SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018. Disponível em: basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 19 abr. 2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução nº 357 de 17 de Março de 2005**. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2015.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 1999.

BRASIL. **PORTARIA N° 586, DE 14 DE JULHO DE 2014**. Dispõe sobre as diretrizes para atuação em Educação em Saúde Ambiental na FUNASA. BRASIL 2014a Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/funasa/2014/prt0586_14_07_2014.html Acesso em: 29/07/2022.

BRITO, B. W. C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, **Ensino por investigação: Uma abordagem didática no ensino de ciências e biologia**. Vivências em Ensino de Ciências, Recife, 2. ed. 2018. p. 54-60.

BROLEZZI, C. A.: **Empatia na relação aluno/professor/conhecimento**. Encontro. Revista de psicologia. Vol. 17, Nº. 27, Ano 2014

BUENO, R. S. M.; KOVALICZN, R. A. **O ensino de ciências e as dificuldades das atividades**. Curitiba: SEED- PR/ PDE, 2008.

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

CAETANO, L. M. **A epistemologia genética de Jean Piaget**. Com Ciência n 120 Campinas, 2010.

CAETANO.M.L.; **A epistemologia genética de Jean Piaget**. Disponível em: <<http://sarauxyz.blogspot.com/2015/12/a-epistemologia-genetica-de-jean-piaget.html#.W9cVReJv-Uk>> Boletim online de psicologia. 2010. Acesso em: 22 ago. 2022.

CAMPOS, D.A.G., FRANCO, J.M., FILHO, B.A.A., BERGAMASCO, R., YAMAGUCHI N.U. **Avaliação Da Qualidade Da Água Destinada Ao Consumo Humano Em Instituição De Ensino**. RUVRD. 2017. p. 289-98

CAMPOS, M. C. C.; NIGRO, R. G.; **Didática de ciências: O ensino-aprendizagem como investigação**. São Paulo: FTD, 1999.

CAPPECHI, M. C. M. **Argumentação numa aula de Física**. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. 6ª reimpr. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P., OLIVEIRA, C., SASSERON. L. H., SEDANO L., & BATISTONI M. **Investigar e Aprender Ciências**, 5 volumes, São Paulo: Editora Sarandi, 2011.

CARVALHO, A. M. P.; **Crêterios estruturantes para o ensino de ciências**. In: Carvalho, A. M. P. (org.). Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.

CARVALHO, A. M. P.; **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de Ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI).** In: LONGHINI, M. D. (Org.). O uno e o Diverso na Educação. Uberlândia: EDUFU, 2011. p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PERÉZ, D. **Formação de professores de Ciências: tendências e inovações.** 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa et al. **Termodinâmica: Um ensino por investigação.** São Paulo: Universidade de São Paulo - Faculdade de Educação, 1999. p.123.

CARVALHO, A. M. P.; **O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas.** In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, I. T. **Microbiologia básica.** Escola técnica aberta do Brasil. UFRPE/CODAI. 2010.

CARVALHO, A. P. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação.** RBPEC, 2018. p. 765–794.

CARVALHO, M, C.I; Cadernos de Educação Ambiental. **Em Direção ao Mundo da Vida: Interdisciplinaridade e Educação Ambiental,**1996.

CASSANTI, A. C; CASSANTI, A. C.; ARAÚJO, E. E.; URSI, S. **Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores.** Colégio Dante Alighieri. São Paulo: 2007.

CHASSOT, A. **Educação consciência.** 2 ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2010.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social.** Rev. Bras. Educ. [online]. 2003. pp.89-100.

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F., & ALVEZ-FILHO, J. P. (2015). **Potencialidades do ensino por investigação para Promoção da motivação autônoma na educação científica.** *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia.* Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/1982-5153.2015v8n1p101/29302>. Acesso em: 02 mai. 2018.

CONSORTIUM, H. M. P.; **A framework for human microbiome research.** *Nature*,2012. p. 215-221.

CRESWELL, J. W e CLARK, V.L.P. **Pesquisa e métodos mistos.** Trad. Magda França Lopes. 2ed.Porto Alegre: Penso, 2013.

CONAMA. BRASIL. **Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005.** Diário Oficial, 2005. Disponível em: <www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2021.

DA SILVA, C. C. et al. **Análises do Perfil Bacteriológico das Águas do Ribeirão das Antas, no Município de Cambuí-MG, Como Indicador de Saúde e Impacto Ambiental.** Revista Agrogeoambiental, 2014.

DAL PIAN, M.C. **"Ensino de ciências e cidadania.** São Paulo". Em Aberto, 1993.p. 49-55.

DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A., E PERNAMBUCO, M.M.; **Ensino de Ciências, fundamentos e métodos** (4ª Ed.) São Paulo: Cortez, 2011.

DEWEY, J. **Democracia e Educação: introdução à Filosofia da Educação.** Trad. Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1959.

DILLON, J. **"A Review of the Research on Practical Work in School Science."** King's College, London, 2008. p.1-9.

DEMO, P. **Educar pela pesquisa.** 4. ed. Campinas: Autores Associados, 1998.

DIAS, S. P.; GÓIS, J. E. M. 2022. **Lev Vygotsky: influências e contribuições para o campo educacional no que se refere ao desenvolvimento e aprendizagem do indivíduo.** Research, Society and Development, v. 11, n. 12, e54111233222, 2022

DO CARMO, R. L.; DE SAMPAIO DAGNINO, R.; JOHANSEN, I. C. **Transição demográfica e transição do consumo urbano de água no Brasil.** Revista Brasileira de Estudos de População, Rio de Janeiro, v. 31, n. 1, 2014. p.169-190.

DÖLL P.; SIEBERT, S. **Global modeling of irrigation water requirements.** Water Resources Research, USA, v. 38, n. 4,2002. p.1037.

DUARTE, A. HELIO. **Água – Uma Visão Integrada.** Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, 2014.

DUARTE, G. W. et al. **Aproveitamento de Água Pluvial para Fins não Potáveis: estudo de caso na jardinagem.** Revista Ciência & Cidadania, v. 1, n. 1, 2015. p. 8-18.

DUBET. F. **O que é uma escola justa?** École des Hautes Études en Sciences Sociales. Cadernos de Pesquisa, v. 34, n. 123, 2008 p. 539-555.

DUSCHL, R.;**Science Education in Three-Part Harmony: Balancing Conceptual, Epistemic, and Social Learning Goals.** Review of Research in Education, 2008 p. 268–291.

DUTRA; S.; **Água e saneamento na pandemia da Covid-19 – desafio e oportunidade,** Rio de Janeiro, FGV CERI, 2020.

ESTEVEES, F. A. **Fundamentos de limnologia**. Interciência, FINEP, 1998. p. 248.

FACTORES que afectam o pH de uma Água. 2007. Disponível em:<
[http://www.notapositiva.com/trab_estudantes/trab_estudantes/fisico_quimica/fisico_q
 uimica_trabalhos/factoresafectamph.htm](http://www.notapositiva.com/trab_estudantes/trab_estudantes/fisico_quimica/fisico_q

 uimica_trabalhos/factoresafectamph.htm)>. Acesso em: 15 de jul. 2022.

FERRARI, M. **Lev Vygotsky, o teórico do ensino como processo social**. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/382/lev-vygotsky-o-teorico-do-ensino-como-processo-social>. 2008. Acesso em: 20 abr. 2022.

FERREIRA, N. R. S. **Atitude interdisciplinar, formador do professor e autonomia profissional**. Tese de Doutorado em Educação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2011.

FERREIRA, M. I. A. **O conflito como uma oportunidade de aprendizagem no âmbito escolar**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 03, Ed. 08, Vol. 10, pp. 05-13, Agosto de 2018. ISSN:2448-0959

FORMAGGIA, D. M. E. et al. Portaria 36 GM de 19 jan. 1990. **Necessidade de revisão. Engenharia sanitária e ambiental**, v.2, 1996. p.5-9.

FERNADES, E. **Conhecimento prévio**. Nova escola. Disponível em: <https://novaescola.org.br/conteudo/1510/conhecimento-previo>. Acesso em: 10 abr. 2022.

FOUREZ, G.; **Alfabetisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences**. Belgique: De Boeck Université.1994.

FRANCISCO, A. A.; POHLMANN, M. H. P. FERREIRA, H. M. **Tratamento convencional de águas para abastecimento humano: uma abordagem teórica dos processos envolvidos e dos indicadores de referência**. IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. 2011.

FREIRE, P. 1996. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**, 33ªed., São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUNASA, 2014. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Brasília, 2014.

GERALDO, A. C. H. **Didática das Ciências Naturais na perspectiva histórico crítica**. São Paulo: Autores Associados, 2009.

GEGLIO, Paulo César; SANTOS, Raissa Cristina. **As diferenças entre o ensino de Biologia na educação regular e na EJA**. Interfaces da Educ., Paranaíba, v.2, n.5, p.76-92, 2011.

GIL PÉREZ, D. (1993) **Contribución de la história y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de um modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación**. Enseñanza de las ciencias, Barcelona, v. 11, n. 2, 1993, p.197-212.

GODEFROID, A. L. V.; **Problematização: reflexões sobre uma experiência com uma turma do Ensino Médio**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2010.

GOI, J. E. M; ELLENSOHN, M.R; HUNSCHE, S. **Experimentos Investigativos no Ensino de Ciências na formação de professores da Educação Básica**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2017.

GOMES, A. S.; CLAVICO, E. **Propriedades físico-químicas da água**. Departamento de Biologia Marinha. UFF, 2005. Disponível em: <http://ole.uff.br/wp-content/uploads/sites/290/2017/11/PropriedadesH2O.pdf> Acesso em 15 de jul. de 2022.

GÓMEZ, A. I. P. **A aprendizagem escolar: da didática operatória à reconstrução da cultura na sala de aula**. In: SACRISTÁN, J. G.; PÉREZ GÓMEZ, A. I. Compreender e transformar o ensino. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.

GOMES: M. F. S., CASTRO, M. G.; **Dificuldades de Aprendizagem na Alfabetização, 2ª Edição, Linguagem & Educação**: Belo Horizonte Autêntico. 2002.

GUZZO, G. B.; **Por que se preocupar com como os professores pensam: a importância do pensamento crítico na docência**. Espaço Acadêmico, n. 164, 2015. p.35-42.

GUZZO, V.; GUZZO, G. B. **Conjectura: o pensamento crítico como ferramenta de defesa intelectual**. Filos. Educ., Caxias do Sul, v. 20, n. 1, p. 64-76, jan./abr. 2015.

GRIFFIN, V. *et al.* **Identifying novel-helix-loop-helix in Caenorhabditis elegans through a classroom demonstration of functional genomics**. Cell Biology Education, v. 2, n. 1, 2003. p. 51-62.

HONDA, K.; LITTMAN, D. R.; **The microbiota in adaptive immune homeostasis and disease**. Nature, 2016. p.75-84.

HAMZE, A. **Mapas conceituais como ferramentas de aprendizagem**. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/trabalho-docente/mapas.htm>. Acesso em:22/08/2022.

INTERAMINENSE. **A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa**. Revista multidisciplinar e de psicologia. Universidade Federal do Vale do São Francisco. Petrolina (PE), Brasil, 2019.

JENKINSON, H. F.; LAMONT, R. J.; **Oral microbial communities in sickness and in health**. Trends Microbiology., 2005. p. 589-595.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., MORTIMER, F., SILVA, A. C. T., & DÍAZ, J. **Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms**. In Annual American Educational Research Association. New York City, NY/EUA, 2008.

KELLY, G. J., & DUSCHL, R. A. (2002). **Toward a research agenda for epistemological studies in science education**. In National Association for Research in Science Teaching Meeting, New Orleans, LA/EUA.

Introdução à Microbiologia Prof. Dr. Mario Julio Avila-Campos.2016.

KELLY, G. J., & LICONA, P. (2018). **Epistemic Practices and Science Education**. In M. R. Matthews (Org.). **History, Philosophy and Science Teaching: New Perspectives** (pp. 139–165).

KIMURA, Angela Hitomi et al. **Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência**. Revista Conexão UEPG, Londrina – PR, v. 9, n. 2, p. 254-267, 2013.

KOVALICZN, R. A. **O professor de Ciências e de Biologia frente as parasitoses comuns em escolares**. Dissertação de Mestrado em Educação. UEPG, 1999.

LACERDA, G. Alfabetização científica e formação profissional. Debates. Educ. Soc. v. 18, 1997.

LEHNINGER. **Princípios de bioquímica**. 6.Ed. São Paulo: Sarvier, 2014

LIMA, S.V.F. **Abordagem dos elementos conceituais da zona de desenvolvimento proximal(zdp) de Vygotsky**. Educação como (re)existência: mudanças, conscientização e conhecimentos. Centro cultural de exposição Ruth Cardoso. Maceió- Alagoas. Outubro de 2020.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 178 p.

MACHADO; **Mapa conceitual como ferramenta de aprendizagem no ensino superior**. Editora Unijuí • ISSN 2179-1309 • Ano 35 • nº 110 • Jan./Abr. 2020

MENESES, R.G. C. **Tratamento de água para consumo humano**. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/tratamento-de-agua-2/>. Acesso em: 10 mai. 2022.

MORESCO, T.R. et al. **Ensino de microbiologia experimental para a educação básica no contexto da formação continuada**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. v.1, n.3, 2017.

MORTIMER, E. F. **Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos?** Investigações em ensino de ciências, 1(1), 1996. p. 20-39.

MORTIMER, E. F., ARAÚJO, A. O. (2014). **Using productive disciplinary engagement and epistemic practices to evaluate a traditional Brazilian high school chemistry classroom**. International Journal of Educational Research, 2014. p.156–169.

MUNFORD, D. & LIMA, M. E. C. de C. (2007). **Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo?** Ensaio: Pesquisa em educação

emciências.Disponivelem:http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172007000100089. Acesso em 12 abr., 2021.

MERCHÁN, N. Y. T., MATARREDONA, J.S. **Contribuciones de una intervención didáctica usando cuestiones sociocientíficas para desarrollar el pensamiento crítico**. Enseñanza de las Ciencias, n. 34, v.2, 2016.

NASCIMENTO, A. S. B. **O impacto da pandemia na Educação Especial na perspectiva da Educação Inclusiva: um balanço preliminar pela ótica de professores de Atendimento Educacional Especializado na Rede Municipal de Santo André-SP** Disponível em: <https://anped.org.br/news/o-impacto-da-pandemia-na-educacao-especial-na-perspectiva-da-educacao-inclusiva-um-balanco#:~:text=Dessa%20forma%2C%20com%20o%20isolamento, trabalho%20considerando%20a%20situa%C3%A7%C3%A3o%20atual>. Acesso em: 10 mai. 2022.

NAYLOR, R. L.; et al. **Effect of aquaculture on world fish supplies**. Nature, v. 405, 2000. p. 1017–1024.

NICOLESCU, B. **A pratica da transdisciplinaridade**. In: NICOLESCU, B. et al. Educação e Transdisciplinaridade. Brasília: UNESCO, 2000, p .139-52.

NICOLETTI, E. R.; **A Interdisciplinaridade em diferentes contextos educacionais: contribuições para o Ensino de Biologia**. Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências-Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM, Rio Grande do Sul, 2017.

NOVAK, J.D. GOWIN, D. B. (1999) **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

NUNES, A.P. LOPES, L. G, PINTO, F. R. AMARAL, L. A. **Qualidade da água subterrânea e percepção dos consumidores em propriedades rurais**. Nucleus, v.7, n.2, 2010.

ODA, W., DELIZICOV, D.; **Docência no Ensino Superior: as disciplinas Parasitologia e Microbiologia na formação de professores de biologia**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Minas Gerais, 2011

OLIVEIRA, Marta Kohl. Vygotsky: **aprendizado e desenvolvimento, um processo sóciohistórico** 4. ed. São Paulo: Scipione, 2002.

OLIVEIRA, Marta Kohl. Vygotsky: **aprendizado e desenvolvimento: um processo sóciohistórico**. São Paulo: Scipione, 2006.

OLIVEIRA, M. L. V. M. **Gestão de águas, territórios e desenvolvimento econômico**. ACTA Geográfica, Boa Vista, v.11, n.27, p.42-61, 2017.

OLIVEIRA, F.M.F; BIZERRA, C.M.A. **Identificação de conhecimentos prévios através de mapas conceituais a partir do tema preservação de recursos hídricos e ensino de química**. REAMEC. Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática v. 10, n.2, e22031, maio-agosto, 2022

OLIVEIRA, P. C.; MACEDO, L. **Interação, Adaptação e Evolução: A Dialética da Vida e do Conhecimento de Jean Piaget**. Schème – Revista Eletrônica de Psicologia e Epistemologia Genéticas, v. 6, n. Especial, p 194–207, 2014. Disponível em . Acesso em: 09/09/2022.

OLIVO, M. A.; MELO, A. F. **Recursos hídricos: poluição, escassez, qualidade microbiológica e química da água**. Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE, Pós-Graduação Lato Sensu em Microbiologia, Presidente Prudente, SP. vol. 8, 2016.

PÁDUA, GELSON LUIZ DALDEGAN. **A epistemologia genética de Jean Piaget**. Revista FACEVV, vol. 1., 2009. p. 22-35.

PARFREY, L. W., KNIGHT, R. - **Spatial and temporal variability of the human microbioma** - Clinical Microbiology and Infection. 18, 2012. p. 5-7.

PAULINO, J.; FOLEGATTI, M. V.; ZOLIN, C. A.; SÁNCHEZ-ROMÁN, R. M.; JOSÉ, J. V. **Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006**. Irriga, Botucatu, v. 16, n. 2, 2011. p. 163-176.

PIMENTA, S. G.; LIMA, M. S. L. **Estágio e Docência**. São Paulo: Cortez, 2010.

KELLY, G. J., & DUSCHL, R. A.; **Toward a research agenda for epistemological studies in science education**. In National Association for Research in Science Teaching Meeting, New Orleans, LA/EUA. 2002.

PEREIRA, A. A. S. et al. **Avaliação da qualidade da água do Ribeirão São João, em Campo Belo Minas Gerais, sob interferência do efluente tratado do abate de bovinos e suínos**. Natureza on line, Ribeirão São João, p. 101-105, 2015.

PIVATTO, W. B. **Os conhecimentos prévios dos estudantes como ponto referencial para o planejamento de aulas de Matemática: análise de uma atividade para o estudo de Geometria Esférica**. Revemat, Florianópolis, v. 9, nº 1, p. 43-57, 2014.

POZO; CRESPO, **Aprendizagem e o Ensino de Ciências**. Do Conhecimento Cotidiano ao Conhecimento Científico. 2009.

QUADROS, A. L. et al. **A Construção de Significados em Química: A Interpretação de Experimentos por Meio do Uso de Discurso Dialógico**. Química Nova na Escola: Relatos de Sala de Aula, v. 37, n. 3, 2015. p. 204-213.

QUEIROZ, A. C. et al. **Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiagua): lacunas entre a formulação do programa e sua implantação na instância municipal**. Saúde e Sociedade, v. 21, n. 2, 2012. p. 465-478.

RAW, I.; SANT'ANNA, O. A. **Aventuras da microbiologia**. São Paulo: Hacker, 2002.

REBOUÇAS, A. C. **Água doce no mundo e no Brasil**. In: REBOUÇAS, A. DA C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. Águas doces no Brasil capitais ecológicos usos e conservação. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2002. p. 269-324.

REICHARDT, K. **Processos de transferência no sistema solo-planta-atmosfera**. Campinas: Fundação Cargil, 1985. p. 466.

RESENDE, M. L. M. **Vygotsky: um olhar sociointeracionista do desenvolvimento da língua escrita**. Disponível em: <http://www.profala.com/artpsico108.htm>, 2009. Acesso em 20 jul. 2022.

RICHTER, Carlos A.; NETTO, José M. de Azevedo. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Editora Edgard Blücher LTDA. 5 ed. 1991. p.332.

ROMERO, P.; **Um breve estudo sobre Lev Vygotsky e o sociointeracionismo**. Rio de Janeiro: revista educação pública, 2015.

ROSA, P. R. S. **Instrumentação para o Ensino de Ciências**. Disponível em: <http://www.dfi.ccet.ufms.br/prrosa/Pedagogia/index.htm>. Acesso em: 07 jul. 2022.

SÁ, E. F. **Discursos de professores sobre ensino de ciências por Investigação**. Tese de Doutorado-Belo Horizonte: UFMG/FAE, 2009.

SANTOMÉ, J. T. **Currículo escolar e justiça social: o cavalo de troia da educação**. Porto Alegre: Penso, 2013.

SASSERON, L. H. **Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola**. Belo Horizonte, 2015.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A.M.P. **Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de Alfabetização Científica e o padrão de Toulmin**. Ciência e Educação (UNESP. Impresso), Bauru, São Paulo, v. 17, 2011. p. 97-114.

SASSERON; H.L. **O ensino por investigação: pressupostos e práticas**. Licenciatura em Ciências. USP/Univesp. 2015.

SCHLEGEL, E. F., e MOÑOZ-JORDÁN, J. L.; **A classroom transformed into a lab: microbiology for elementary school**. Focus on Microbiology Education, 2004, p. 9-11.

SCHLESENER, Anita Helena. **O caderno A de Antonio Gramsci: a hegemonia, a linguagem, a literatura e seus desdobramentos na educação**. Revista Dialectus, Fortaleza, ano 3, n. 8, 2016. p. 95-115.

SCHUROFF, P. A. et al. **Qualidade microbiológica da água do Lago Igapó de Londrina-PR e caracterização genotípica de fatores de virulência associados a**

Escherichia coli enteropatogênica (EPEC) e E. coli produtora de toxina Shiga (STEC). Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 35, n. 2, 2014. p. 11-20.

SCHWAB, J.. J.; **O ensino de ciências como investigação.** Em J.J.. Schwab & P. F. Brandwein (Org.).ensinang de ciência Massachusetts: HUniversidade arvardPressione.1962.

SCANDOREIRO, S. et al. **Problematização e práticas de microbiologia para ensino médio de escolas públicas.** Experiências em Ensino de Ciências V.13, No.5, 2018.

SANTOS, G. V. GALEMBECK, E. **Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I.** RBPEC, 2018. p. 879–904.

SILVA FILHO, W. J.; FREIRE JR., O.; CORREIA, A.; FIGUEIREDO, V. B. de. **Seminário Pós-graduação de Filosofia no Brasil: Avaliação, Desafios, Perspectivas.** 2017.

SILVA, T. S. G. **Ensino de ciências e experimentação nos anos iniciais: da teoria à prática.** Pró-Discente: Caderno de Produção Acadêmico-Científica. Programa de Pós-Graduação em Educação, Vitória-ES, v. 25, n. 1, 2019. p. 41-53.

SOCKETT, L. **Microbiology: a lifetime's education.** *Microbiology Today*, v.28, 2001. p.51.

SOUZA, C. S.; IGLESIAS, A. G.; PAZIN-FILHO, A.; **Estratégias inovadoras para métodos de ensino tradicionais – aspectos gerais.** *MEDICINA*, V. 47, N. 3, 2014. p. 284-292.

SUTCLIFFE, J. F. **As plantas e a água.** Tradução: MACIEL, H. E. T. São Paulo: Ed. USP, 1998. p.126.

TEIXEIRA, D. A. **Microbiologia básica.** Teófilo Otoni – ISBN: 978-65-992205-0-0, minas gerais, 2020 Disponível em: <https://unipacto.com.br/storage/gallery/files/nice/livro>. Acesso em: 14 jun 2022.

TUCCI, C.E.M. Usos e impactos dos recursos hídricos. In: TUCCI, C.E.M.; MENDES, C. A. **Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica.** São Paulo: Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Qualidade Ambiental) / Rhama Consultoria Ambiental, 2006.

VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. **La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 2): una revisión desde los currículos de ciencias y la competencia PISA.** *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, Cádiz, v. 9, n. 1, p. 32-53, 2012. Disponível em: . Acesso em: 3 out. 2018.

VERANI, C.N. GONÇALVES, R. D. NASCIMENTO, G.M. **Sabões e detergentes como tema organizador de aprendizagens no ensino médio**. Química nova na escola. Novembro, 2000.

VEER, R van der; VALSINER, J.; **Vygotsky: uma síntese**. São Paulo: Unimarco; Loyola, 1996.

VILAS BÔAS; Rogério Custódio; MOREIRA, Fatima Maria de Souza. **Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras**, MG. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 1, p. 295- 306, 2012.

VICENTE, I. S. T.; ELIAS, F.; FONSECA-ALVES, C. E. 2014. **Perspectivas da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) no Brasil**. Revista de Ciências Agrárias, Recife, v. 37, n. 4, 2014. p. 392 – 398.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes 2007.

VIGOTSKY, L. S. **Aprendizagem e desenvolvimento intelectual na idade escolar**. In: VIGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R.; LEONT'EV, Aleksei Nikolaevich. Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem. 5. ed. São Paulo (SP): Icone: EDUSP, 1994. p. 103-117.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

WADSWORTH, B. **Inteligência e Afetividade da Criança** . 4. Ed. São Paulo: Enio Matheus Guazzelli, 1996.

WERNECK, V. R. **Sobre o processo de construção do conhecimento**: o papel do ensino e da pesquisa. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, 2006.

YAMAGUSHI, et al.; **Qualidade microbiana da água para o consumo humano em instituição de ensino de Maringá – PR**. O mundo da saúde. São Paulo. 2013.

ZANELLA, Andrea Vieira. Vygotski: **contexto, contribuições a psicologia e o conceito de zona de desenvolvimento proximal**. Itajai: UNIVALI, 2001.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens**. Ensaio. Belo Horizonte. V.13, n.3, p.67-80, set-dez de 2011.

8. PRODUTO



**Uma nova abordagem sobre o estudo da
água para o ensino de Biologia: Uma
experiência possível**

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – código de Financiamento 001.

À Universidade Estadual do Piauí-UESPI, pela representação do programa PROFBIO, à Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Apresentação

Caro professor,

Esse material foi elaborado tendo por base uma sequência didática investigativa (SEI) que aborda sobre a temática da água, onde se irá trabalhar sobre os processos de tratamento, análise microbiológica, bem como os conceitos gerais que envolvem o assunto.

Toda a sequência didática foi elaborada e baseada no que se convencionou chamar de ensino por investigação, teoria do ensino baseada nos preceitos de John Dewey, onde se tem as questões norteadoras como o início da reflexão e busca pelos conhecimentos prévios dos estudantes.

A elaboração da sequência didática teve como ponto de partida a observação das habilidades encontradas na nova BNCC (Base nacional curricular comum).

Esta sequência didática é parte integrante do mestrado profissional em ensino de Biologia (PROFBIO), polo – Universidade estadual do Piauí (UESPI) – Campos Torquato Neto – Teresina – Piauí.

Daniel Gomes

Introdução

Aos termos como modelo de estudo a temática sobre a água, devemos ter em mente que durante toda a história da humanidade, esse recurso foi fundamental para o estabelecimento das grandes cidades, um exemplo disso vem por exemplo da antiga civilização egípcia que surgiu em torno do famoso rio Nilo.

Pensando nisso é que esse trabalho que tem por temática a água, mais especificamente ao tratar das etapas de seu tratamento, análise microbiológica, bem como da importância desse recurso para a vida humana,

Não é por acaso que esse recurso é o primeiro a ser procurado quando se discute sobre a possível existência de vida fora da Terra, uma vez que esse recurso é fundamental e serve como padrão para tais pesquisas.

Esse material procura trazer para o cotidiano da sala de aula uma ferramenta relevante e que sirva de apoio para o professor quando for trabalhar os conteúdos que fazem referência a biologia e(ou) química.

Dessa maneira o objetivo desse estudo é promover a concepção de uma didática voltada para o aprendizado significativo, e por consequência o desenvolvimento do senso crítico do estudante, de modo a que o mesmo possa transformar a sua realidade.

Nesse caso, será utilizado uma SEI (sequência de ensino por investigação), onde serão apresentadas uma série de atividades de cunho teórico e experimentais, tais como: mapas conceituais, ensaios sobre solubilidade, análise microbiológica da água, entre outros.

Informações preliminares

A elaboração desse produto didático teve como base teórica o ensino por investigação, na qual tem como expoente, o teórico John Dewey. Em seu trabalho, tem a premissa da busca pela construção dos conhecimentos tendo por base a reflexão acerca de questões problematizadoras, além de ter as vivências científicas como meio para um aprendizado significativo.

Dessa maneira, o estudante deve ser capaz de buscar de forma autônoma o seu conhecimento, tendo o professor como o orientador de tal processo.

Por falar em um processo de mediação, cabe ao professor pensar as estratégias a serem incorporadas no dia a dia escolar, bem como trazer à tona temas relevantes que proporcionem ao aluno o desenvolvimento de um senso crítico. Que o indivíduo seja capaz de pensar de modo competente acerca das questões tecnológicas, de modo que possa intervir na sociedade e cumprir seu papel como cidadão.

Sequência didática

Essa sequência didática é composta por 3 etapas, subdivididas em 11 aulas, o que corresponde a um bimestre, onde explora a temática da água, seu tratamento, análise microbiológica, bem como suas características físico químicas e importância a saúde.

Etapa 1	Aulas 1/2	Busca de conhecimentos prévios sobre tratamento de água	Apresentação da SEI, proposição das questões problema, elaboração de hipóteses, elaboração de mapas conceituais e socialização
Etapa 2	Aula 3	Características da água, solubilidade, potabilidade, e a existência de microrganismos.	Ensaio sobre dissolução da água, proposta de questões problema, elaboração de hipóteses e socialização
	Aula 4		Apresentação de questões problema, análise solubilidade de substâncias, preenchimento de uma tabela, sistematização do conhecimento
Etapa 3	Aulas 5/6	Ensaio – análise microbiológica da água	Proposta de um ensaio de análise microbiológica da água consumida na escola, sistematização do conhecimento
Etapa 4	Aulas 6/7		Procedimentos do ensaio- análise microbiológica da água e elaboração de relatório.

Etapa 5	Aulas 8/9	Aprofundamento nos estudos da microbiologia	Aprofundamento dos conceitos a ser feita pelo professor, proposta de questões problema, sistematização do conhecimento e entrega dos relatórios
Etapa 6	Aulas 10/11	Visita técnica	Proposta de uma visita a uma estação de tratamento. Proposição de questões norteadoras.
Etapa 7	Aulas 12		Visita técnica a ETE Anotações sobre as etapas de tratamento e afins.
Etapa 8	Aulas 13/14		Confronto de hipóteses elaboradas pelos estudantes Sistematização dos conhecimentos
Etapa 9	Aulas 14/15	Preservação da água	Proposição de questão norteadora sobre a preservação da água Sistematização dos conhecimentos Elaboração de cartazes.
Etapa 10	Aula 16		Vídeo sobre a escassez de água Sistematização dos conhecimentos
Etapa 11	Aulas 17/18	Educação ambiental	Apresentação da charge de Maurício de Sousa – estados físicos da água Proposta de questões norteadora Sistematização dos conhecimentos e avaliação qualitativa dos alunos

Questões problematizadoras

As etapas dessa SEI trazem em seu escopo as chamadas perguntas norteadoras que devem servir como base para a interação dos alunos, de modo a que os mesmos sejam capazes de buscar aqueles conhecimentos tão necessários para a construção de novas estruturas cognitivas.

Essas questões tem por objetivo despertar a curiosidade dos estudantes a respeito do tema abordado, bem como de tornar possível um processo de reflexão que leve ao diálogo como ponto de partida para a sistematização do aprendizado.

As atividades detêm o potencial de gerar no aluno engajamento necessário para sua aplicação de forma satisfatória, visto que se trata de uma abordagem que tem como parâmetro a metodologia científica, ou seja, um conhecimento que seja baseado na elaboração de hipóteses e experimentação.

A busca pela vivência científica hoje, é fundamental para o estabelecimento de uma cultura que tenha como prerrogativa o processo de alfabetização científica. Uma forma de trazer para a sociedade debates relevantes para o seu desenvolvimento, na qual o cidadão tenha participação efetiva nas decisões relativas a ciência e tecnologia.

Por fim cabe ao profissional docente, o melhor momento para realizar o processo avaliativo, fundamentadas nas atividades propostas da sequência.

Bom trabalho!

TEMA – TRATAMENTO DA ÁGUA

I. Etapas de tratamento da água

Essa etapa tem como objetivo a busca pelos conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do processo de tratamento da água, dentro do contexto do abastecimento da escola.

II. Questões norteadoras:

A água que chega as torneiras da escola precisa passar por todas as etapas de tratamento convencional?

Como é feito o tratamento da água que bebemos na escola?

Quais os possíveis problemas associados a um tratamento inadequado da água?

III. Atividade proposta:

Apresentação da proposta do curso e da organização das atividades

Análise das questões norteadoras em grupos definidos durante a apresentação

Elaboração de mapas conceituais e sistematização dos conhecimentos na forma de uma discussão em sala de aula

IV. Duração

2h/aula

Atividade 1

1º Momento - Apresentação

Será exposto aos alunos do segundo ano de uma escola do município de Teresina a proposta de trabalho e de como a SEI está organizada, em seguida será apresentada a situação problema central SPC, com base nas seguintes perguntas realizadas pelo professor.

2º momento - Apresentação da SPC

A água que chega as torneiras da escola precisa passar por todas as etapas de tratamento convencional?

Como é feito o tratamento da água que bebemos na escola?

Quais os possíveis problemas associados a um tratamento inadequado da água?

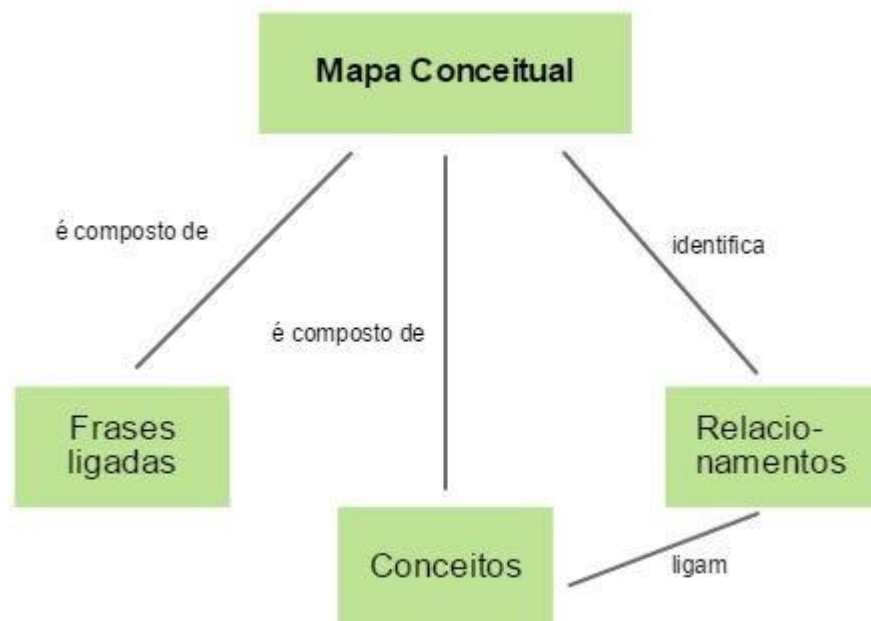
3º momento - Elaboração de hipóteses e construção de mapas conceituais

Os alunos deverão ser reunidos em grupos de quatro integrantes, e em seguida deverão discutir e elaborar hipóteses acerca da SPC e com base em suas respostas elaborar mapas conceituais.

As perguntas deverão ser respondidas com base na elaboração dos mapas idealizados pelos grupos, onde os mesmos terão a oportunidade de elaborar um raciocínio lógico a respeito do tema proposto com consequente socialização de suas conclusões em um grupo de discussão.

Mapa conceitual (MC) é uma ferramenta que permite organizar e representar por meio de gráficos, esquemas mentais que compilam os conceitos trabalhados nos mais variados temas. Por meio dele é possível encadear conceitos que se relacionam de forma coerente.

Através dos mapas conceituais, os estudantes tem a chance de compreender conceitos de uma forma mais prática e autônoma. Onde o mesmo deverá organizar as ideias de maneira coerente, o que proporciona um ensino voltado ao seu protagonismo.



4º Momento - socialização

Durante o processo de socialização cada grupo deverá apresentar os conceitos e explicar de forma lógica e clara como chegaram a suas conclusões.

O processo de **socialização** há muito tempo vem sendo estudado, onde um dos pioneiros a trabalhar com esse pensamento foi Lev Vygotsky, estudioso que inspirado pelo trabalho de Piaget, colaborou com a epistemologia por meio da ideia de que o processo de construção dos conhecimentos se daria por meio da interação social, o que ficou conhecido por socio interacionismo.

Atividade 02

I. Visita Técnica – Estação de tratamento de Água (ETA)

As visitas técnicas se constituem como uma boa estratégia para construção de conhecimentos, aqui representado pela temática – tratamento de água, uma vez que os estudantes tem a oportunidade de observar o ambiente real onde ocorrem todos os procedimentos que visam tratar as águas da região, além de verificar sua dinâmica, organização do trabalho e fatores teóricos atrelados a ela.

II. Questões norteadoras:

De onde vem a água que bebemos aqui na escola?

Como vocês acham que é feito o tratamento da água que chega aqui na escola e nas suas casas?

III. Atividade proposta

Visita técnica – estação de tratamento

Apresentação de questões norteadoras

Sistematização dos conhecimentos

IV. Duração

4h/aulas

1º momento – Apresentação

Antes da visita técnica os estudantes reunidos em 4 grupos, deverão analisar duas questões norteadoras apresentadas previamente pelo professor e ao socializarem deverão elaborar hipóteses a respeito delas.

De onde vem a água que bebemos aqui na escola?

Deixar um tempo para que discutam onde eles acham que é feita a captação, de que maneira é feita e como é o local (mata fechada, aberta, próximo à que...?)

Supomos que alguns estudantes dirão: “vem do rio”, “acho que vem de um poço”, alguns poderão, inclusive, apontar o local exato onde acham que é realizada a captação de água.

E depois de realizada a captação, como vocês acham que é feito o tratamento dessa água?

As respostas poderão ser variadas: “igual nas ETAS”, “Acho que não é feito, vem direto do poço”, “colocando cloro”, “colocando flúor”, entre outras. Em um grande debate com a turma, deixar que os estudantes expressem suas ideias.

2º Momento –

Será realizada uma visita técnica, com a finalidade de se conhecer o local onde é realizado a captação da água, tratamento e análise microbiológica da mesma. Os estudantes deverão levar cadernos para realizarem anotações pertinentes sobre as etapas do tratamento, bem como de curiosidades a respeito do que acontece em uma ETE.

3º Momento –

Nesse momento os estudantes deverão confrontar suas hipóteses com o que acontece na realidade de uma estação de tratamento.

O professor deverá aproveitar o momento e explicar as etapas necessárias para que a água, ali captada, seja tratada e distribuída para a comunidade.

Pode-se atingir os objetivos, pedindo que observem com detalhes o local da captação da água. Neste momento fazer alguns questionamentos:

- De onde vem a água que é captada?
- Esta água, pode estar poluída?
- É necessário fazer algum tratamento nesta água ou já está pronta para o consumo?
- E daqui vocês sabem para onde a água vai?
- Vocês saberiam me explicar como a água chega até as torneiras da escola?

Qual caminho ela percorre a partir daqui?

Os alunos deverão relatar suas ideias. Será solicitado que façam perguntas relacionadas ao tema, e se não as tiverem no momento, poderão retornar com o assunto em sala de aula, em uma próxima oportunidade.

O professor deverá aproveitar o momento para explicar de maneira mais ampla sobre o processo de tratamento de água, promovendo um diálogo com os estudantes com a finalidade de chegarem a um consenso sobre o tema.

As visitas técnicas tem como fundamento promover uma maior interação entre os alunos e com as vivências científicas no mundo, uma vez que por meio na análise empírica se oportuniza o estabelecimento entre os conceitos da literatura e a realidade palpável, o que torna o conhecimento significativo.

TEMA – SOLUBILIDADE DA ÁGUA

I. Ensaio sobre a solubilidade da água

Haverá a realização de um experimento que tem por objetivo mostrar aos alunos como a água dissolve substâncias, e que mesmo que não possamos observar a olho nu, existem substâncias poluidoras que podem estar presentes na água.

Objetivos de aprendizagem:

- ❖ Entender as características da água potável;
- ❖ Compreender a presença de microrganismos na água, que podem causar doenças;
- ❖ Reconhecer a importância do tratamento da água.
- ❖ Entender a característica de solubilidade da água;
- ❖ Diferenciar água potável de água limpa;
- ❖ Relacionar à solubilidade com uso de agrotóxicos e microrganismos presentes na água.

II. Questões norteadoras:

Como podemos explicar se a água no copo é própria para o consumo?

Qual a relação entre a solubilidade dos materiais e o tratamento de água?

Se água limpa não é sinônimo de potável, então o que é água potável?

Como se explica o fato de a água estar limpa, mas imprópria para o consumo?

III. Atividade proposta:

- Contextualização e apresentação das questões norteadoras.
- Levantamento de hipóteses e Teste de hipóteses
- Sistematização e socialização sobre as hipóteses levantadas sobre as questões norteadoras e Contextualização e sistematização
- Teste da solubilidade de 5 substâncias
- Preenchimento de um quadro: hipóteses / conceitos corretos

IV. Duração

4h/aula

Atividade 1

1º Momento

Estas aulas serão iniciadas com uma anamnese a respeito das discussões e conclusões a respeito do debate realizado nas aulas anteriores, onde o professor deverá colaborar com novas informações e curiosidades a respeito do tema proposto. Além disso, haverá a apresentação de novas situações problemas a serem investigadas pelos estudantes.

Para isso, haverá a realização de um ensaio experimental de caráter investigativo, que tem como objetivo mostrar aos alunos como a água dissolve substâncias, e que mesmo que não possamos observar a olho nu existem substâncias poluidoras que podem estar presentes na água.

2º Momento

O professor deverá levar para a sala de aula um copo com água em que contenha dissolvido um pouco de sal (sem o conhecimento dos alunos) e perguntar o que eles estão vendo, e se alguém beberia a água naquele copo. Certamente, a grande maioria da turma responderá que o que vê é água e que beberia aquele conteúdo. Na sequência o professor deverá colocar o copo em cima da mesa e dará prosseguimento a aula, propondo a questão de apoio 01: Como podemos explicar se a água no copo é própria para o consumo?

3º Momento – Levantamento de hipóteses

Os alunos agora deverão se reunir em grupos com 4 integrantes cada e discutir a respeito das possíveis hipóteses para a pergunta, anotando as mesmas em seus cadernos. As possíveis hipóteses são: pela cor, pelo cheiro, porque está limpa, porque não dá para ver nada nela. Logo podemos beber.

4º Momento – Sistematização e socialização

Munidos de suas respostas, os representantes dos grupos deverão ficar responsáveis pela leitura das respostas e o professor a partir delas, estará incumbido de conduzir uma discussão, interferindo onde for necessário, para que desse modo haja a sistematização coletiva dos conhecimentos.

5º Momento – Teste de hipóteses

Ao dar prosseguimento a aula, o professor pegara o copo com água em cima da mesa e solicitará para que um voluntário coloque um pouco da água em um copo e experimente, relatando o que sentiu. O professor deverá explicar que o objetivo da atividade é fazer com os estudantes compreendam que não é possível consumir água apenas levando em consideração sua aparência, pois o aspecto limpo não necessariamente significa potável, tratada e própria para o consumo.

Então deverá questionar aos alunos:

Se água limpa não é sinônimo de potável, então o que é água potável?

Como se explica o fato de a água estar limpa, mas imprópria para o consumo?

Deve então deixar que os alunos relatem suas respostas de maneira oral e após isso, o professor deverá explicar a importância do tratamento da água e que a mesma passa por diversos processos físico e químicos até chegar a nossas casas. Ressaltar ainda que na água podem existir micro-organismos que podem ser prejudiciais à saúde.

6º Momento – Apresentação da questão de apoio 02.

O professor deverá apresentar a seguinte situação problema: Qual a relação entre a solubilidade dos materiais e o tratamento de água?

Nesse momento o professor deverá contextualizar, ao explicar que os materiais são encontrados facilmente em nossas casas e que os mesmos podem parar na rede de esgotos e conseqüentemente nas fontes de água da região.

Além disso, haverá a proposta de um experimento a respeito da solubilidade com a finalidade de verificar quais substâncias, “ficam invisíveis” e quais “ficam visíveis”, na presença da água. Para isso, os estudantes, serão divididos em 6 grupos com 4 integrantes cada, que receberão 7 copinhos com substâncias aleatórias.

Solicitar para que, individualmente preencham na tabela (Anexo 1) a coluna “Substância” com o nome da substância que está dentro de cada copinho e na coluna “O que eu acho?”, colocar as hipóteses para cada uma das substâncias.

Entregar um copo com água e pedir que misturem a água com as substâncias e que, então anotem na coluna “O que aconteceu?”, o que aconteceu com cada uma das substâncias, quando em contato com a água, realizando assim, o teste de hipóteses.

7º Momento – Utilização dos dados

A coleta de dados na tabela será individual. Com este procedimento, é possível discutir o que aconteceu com cada uma das substâncias, colocadas na água e, sistematizar o conceito de solubilidade da água, (propriedade física que avalia a capacidade de um material dissolver outro) mostrando que a mesma é capaz de dissolver muitas substâncias, e que várias delas se tornam invisíveis a olho nu. Para isso, anotar no quadro os nomes de todas as substâncias e pedir aos alunos que relatem “o que aconteceu” com cada uma delas, quando acrescentaram água. Questioná-los: O que aconteceu com a substância “X” quando foi acrescentado água? (Fazer este questionamento com cada uma das substâncias) Juntamente com esse questionamento, solicitar que os alunos observem e compararem com aquilo que escreveram antes do experimento na coluna “o que eu acho?”. Explicar que com esse experimento eles testaram uma das propriedades da água: a capacidade de dissolver os materiais, sistematizando o conceito de solubilidade.

Quadro teste sobre a solubilidade

O que você acha que vai acontecer quando colocar a água em um dos copos?			
Substância	O que eu acho?	O que aconteceu?	Conceito correto

8º Momento – Contextualização e sistematização

A partir dos resultados obtidos com a obtenção do quadro e das explicações a respeito da solubilidade da água, agora cada grupo deverá abrir um grupo de discussão que será norteada pelo professor com a finalidade de trazer novas informações e promover com isso a dialética.

TEMA – ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA

I. Ensaio análise microbiológica da água

Será proposto agora aos estudantes um ensaio que tem por objetivo colocar o aluno diante de uma vivência científica. Será apresentado a eles a proposta de análise da qualidade da água da escola, onde irão realizar os testes necessários para a verificação de sua qualidade.

II. Roteiro da prática experimental:

O professor responsável irá distribuir aos estudantes o roteiro da prática que seguirá os padrões dos órgãos reguladores vigentes no Brasil.

Conteúdos relacionados:

- ❖ Solubilidade
- ❖ Polaridade

- ❖ Microbiologia
- ❖ Características da água
- ❖ Relações CTSA (ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente).

III. Atividade proposta:

Histórico - Importância da análise microbiológica e Contextualização e sistematização;
Ensaio – Analise microbiológica da água da escola

IV. Duração

3h/aula

Atividade 01

1º Momento – Apresentação - Ensaio análise microbiológica da água

Agora munidos de vários conhecimentos a respeito da importância do tratamento da água bem como da importância na manutenção de sua qualidade, o professor irá propor a realização de uma análise microbiológica da água utilizada para o consumo na escola. Visto que devemos desenvolver o aspecto crítico quanto as políticas públicas associadas ao tratamento e distribuição da água.

2º Momento – Roteiro da prática

O professor distribuirá aos grupos o roteiro a ser realizado nas próximas aulas e o mesmo seguirá com a metodologia abaixo:

Serão realizadas coletas de amostras de água de 4 bebedouros da escola. As operações serão realizadas pelos estudantes com a mediação do professor nas turmas de 2º Ano, onde as amostras deverão ser identificadas como A1, A2, A3 e A4. Cada coleta será feita em recipientes estéreis, com aproximadamente 100 ml de água cada. Seguindo corretamente o protocolo de assepsia, uso de luvas. As amostras deverão ser mantidas sob refrigeração em caixa isotérmica na própria instituição de ensino.

Para o presente estudo será utilizado os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 2914 do Ministério da Saúde no que diz respeito que a água própria para

o consumo humano deve ser isenta de coliformes fecais, termo tolerantes e *Escherichia coli*.

A metodologia a ser empregada e executada está em conformidade com a instrução normativa (IN) nº 62 de 26/08/2003 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Os estudantes irão preparar os meios de cultura Lauril triptose e E.C. Em relação ao meio Lauril será realizado o cálculo estequiométrico para a produção de 20 ml, com concentração de 36g/l. Para o meio E.C será realizado o cálculo para 20ml, com concentração de 37g/l.

Os 9ml de cada meio produzido serão distribuídos em 2 tubos de ensaio, onde já estarão vertidos os tubos Durham para posteriormente serem autoclavados.

Em seguida, 1ml de todas as amostras de água serão inoculadas nos meios de cultura preparados e serão incubados a 36º C mais ou menos 1º C por 24 horas. A presença de coliformes fecais será confirmada pela formação de um gás nos tubos de Durhan ou ebulição quando agitada conforme preconiza a literatura, de maneira mais sutil. As leituras dos tubos podem ser feitas após 24 horas de incubação, se negativo, reincubar por mais 24h, pois só serão pertinentes os resultados positivos.

Vale ressaltar que para a avaliação das amostras de água é preciso realizar testes presuntivo e confirmativo, uma vez que o teste presuntivo se apresente negativo não havendo produção de gás durante o período de incubação, a investigação é consumada nessa fase e o resultado será julgado negativo.

3º Momento – Importância da análise microbiológica

O professor deverá questionar a turma sobre o porquê em se fazer a análise da água e os alunos deverão se reunir em grupos e discutir a respeito, a fim de que cheguem a suas conclusões.

4º Momento – Contextualização e sistematização

O professor poderá agora iniciar o grupo de discussão colocando sua visão a respeito da importância da análise microbiológica da água, além disso deverá colocar em pauta a discussão de como o cidadão deve estar atento as questões científicas.

Concluída essa introdução, os estudantes deverão colocar seus posicionamentos e conclusões a respeito da questão colocada, e nesse momento o professor poderá intervir de maneira a agregar conhecimento científico ao que for debatido naquele momento.

Aula prática

Essas aulas serão utilizadas para a realização de todos os procedimentos a serem realizados com base no roteiro de prática pela turma, e deve ficar claro que o professor deverá orientar os mesmos durante todo o procedimento científico com a finalidade de tirar eventuais dúvidas.

Obs. Haverá a elaboração de um relatório com a base na prática efetuada.

No relatório deverá constar: Introdução, Resultados e discussão e Conclusão.

Sistematização dos conhecimentos a respeito da análise da água

1º Momento – Retomada de conceitos referentes a análise microbiológica

Aqui o professor deverá explicar um pouco mais detalhadamente sobre a área da microbiologia e a sua relação direta com as questões de saúde, tais como a que envolve o tratamento de água e a análise de patógenos e outras substâncias com potencial em trazer danos a sociedade como um todo.

Cabe também ao professor fazer questionamentos aos estudantes tais como: Quais as aplicações no uso da microbiologia que o estudante consegue verificar no seu dia a dia?

Os estudantes devem colocar seus posicionamentos a respeito dessa pergunta em um debate aberto e em conjunto durante esse momento.

2º Momento – Entrega dos relatórios e discussão a respeito dos resultados

Os relatórios deverão ser entregues ao professor pelos quatro grupos definidos antes da realização do ensaio. Nesse momento o professor irá fazer uma análise da importância da elaboração de um relatório científico e além disso abrirá espaço para que os grupos possam se manifestar a respeito da experiência em vivenciar um ensaio em microbiologia no que consiste em avaliar a qualidade da água consumida na escola, bem como o processo de elaboração do relatório e se suas expectativas foram ou não contempladas no que diz respeito ao fazer científico e os resultados das análises.

A análise microbiológica da água é sem dúvida, a etapa mais importante no tratamento de efluentes pois tem como parâmetro a identificação de agentes biológicos patogênicos.

Sua qualidade deve ser resguardada uma vez que as maiores epidemias da história da humanidade têm relação com a contaminação desse valioso recurso.

A presença de bactérias pode indicar a contaminação fecal, ou seja, contaminação por fezes humanas, um indicador de poluição via esgoto. Logo a sua qualidade, padrão de potabilidade é garantida pela ausência total desses microrganismos, que na prática representa a ausência de coliformes em qualquer amostra de 100ml.

De acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde (Portaria de Potabilidade) fica estabelecido que seja verificada, na água para consumo humano para garantir sua potabilidade, a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas.

TEMA – PRESERVAÇÃO DA ÁGUA

I. Apresentação

A água é um recurso natural imprescindível à vida como a conhecemos, uma vez que compõe aproximadamente 70% da massa corporal de uma pessoa. Além disso é um componente fundamental para as reações orgânicas, uma vez que é capaz de dissolver uma enorme quantidade de substâncias.

Infelizmente esse bem vem sofrendo com a poluição e escassez, essa última que tem por principais indicadores o clima e a outra o aumento da demanda populacional.

Devido a isso, se faz necessário um processo de sensibilização da sociedade para esse problema, uma vez que somente por meio do seu uso sustentável é que garantiremos uma qualidade de vida para as futuras gerações.

II. Questões norteadoras

Como podemos preservar e economizar água em nossas casas e na comunidade escolar?

III. Atividade proposta

Levantamento de hipóteses com base na questão norteadora
Sistematização dos conhecimentos acerca

do uso racional da água

Apresentação de um vídeo – teste das hipóteses

IV. Duração

2h/aula

Atividade 01

1º Momento – Apresentação

Ao iniciar a aula será haverá apresentação da seguinte questão norteadora:

Como podemos preservar e economizar água em nossas casas e na comunidade escolar?

Os estudantes serão organizados em 4 grupos e orientados dialogar a respeito da questão problema e a partir de suas hipóteses criar cartazes que representem formas de sensibilizar a comunidade escolar a respeito do uso racional de água.

Objetivo:

Propor formas sustentáveis de utilização da água em tarefas diárias.

Obs. Os materiais para confecção dos cartazes deverão ser disponibilizados pelo professor em parceria com a escola.

2º momento – Sistematização dos conhecimentos

Após a confecção dos cartazes, os estudantes deverão confrontar suas ideias em um debate acerca do tema “preservação da água”. Ao terem como ponto de partida para as discussões as hipóteses lançadas pelos mesmos sobre alternativas viáveis para o uso da água pela comunidade escolar.

Além disso, o professor deverá ter um papel fundamental, pois será o mediador e responsável por trazer informações novas para o debate, a fim de tornar o ambiente propício ao aprendizado.

Em seguida deverão ter seus cartazes expostos no pátio da escola, ou em locais alternativos, de modo que toda a comunidade escolar tenha acesso a essas informações e possam com isso refletir sobre suas ações.

3º momento –

Para finalizar essa atividade deverá ser disponibilizado aos alunos um momento em que eles irão assistir a vídeos sobre o tema “escassez de água”.

Em um momento posterior ao vídeo, os alunos serão convidados a colocar suas opiniões sobre aquela atividade, além de poderem avaliar como aquele processo contribui para suas formações quanto estudantes.

Obs. Atividade adaptada do trabalho: **Água no ensino de Ciências, uma sequência didática investigativa com enfoque voltado para a importância da água e do seu papel na sociedade.**

TEMA – EDUCAÇÃO AMBIENTAL

I. Apresentação do Ciclo da água

Conheça a Lei 9.795 / 1999, que dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências.

A Educação Ambiental compreende os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

O ciclo hidrológico tem como base o padrão de circulação da água pelo meio físico e pelos seres vivos, garantindo o seu movimento contínuo pela biosfera.

II. Questões norteadoras

Quais etapas do ciclo hidrológico estão sendo representadas na charge?

Qual influência do ciclo hidrológico para a manutenção da vida?

III. Atividade proposta

Charge de Mauricio de Souza como representação para o ciclo da água.

IV. Duração

2h/aula

Atividade 01

1º Momento - Apresentação

Para o início da aula sugere-se a utilização de uma charge de Maurício de Souza (Figura 1) Maurício de Souza usa a charge para explicar os estados físicos da água de uma forma visual, de modo que o estudante tenha acesso a um signo, que prova um link com a realidade.

Objetivo:

Compreender os estados físicos da água suas implicações no ambiente em que vivemos

Contexto inicial:

Figura 1: Charge Maurício de Souza sobre os estados físicos da água.



Após a apresentação da charge o professor irá apresentar aos alunos as duas questões norteadoras:

Quais etapas do ciclo hidrológico estão sendo representadas na charge?

Qual influência do ciclo hidrológico para a manutenção da vida?

Problematização:

Aquecimento global e sua influência nas mudanças climáticas.

2º Momento

Nesse momento da aula, os alunos irão expor suas respostas por meio de um diálogo estabelecido com o professor. Este que ficará encarregado de relacionar o que foi aprendido sobre o ciclo hidrológico com os feitos nocivos do aquecimento global.

Após essas discussões preliminares, os estudantes serão orientados a buscar informações mais detalhadas em fontes como a internet sobre formas de mitigar os efeitos do aquecimento global.

Atividade avaliativa:

A avaliação será feita com base em uma análise qualitativa, na qual se terá como parâmetros: o uso adequado dos conceitos, o domínio do conteúdo, interesse e participação.

Aquecimento global

O aquecimento global corresponde ao aumento da temperatura média do planeta, causado pela ação direta do homem no meio ambiente.

Sua origem está ligada a um fenômeno que ocorre naturalmente na atmosfera, o efeito estufa. Este que auxilia na retenção de uma pequena parcela da radiação solar que chega à Terra, o que ajuda na manutenção de uma temperatura ótima para a vida.

O problema é que com o incremento cada vez maior de gases estufa na atmosfera, oriundos de atividades industriais, o efeito estufa vem se intensificando o que gerou por consequência uma maior retenção de calor, o que está gerando o derretimento das calotas polares, e mudanças nos padrões climáticos do planeta, algo que no futuro representa um risco para toda a humanidade.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, A. M. P.; **O Ensino de Ciências e a Proposição de Sequências de Ensino Investigativas**. In: Anna Maria Pessoa de Carvalho. (Org.). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. 1ed. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, I. T. **Microbiologia básica**. Escola técnica aberta do Brasil. UFRPE/CODAI. 2010.

DEWEY, J. **Democracia e Educação: introdução à Filosofia da Educação**. Trad. Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. São Paulo: Cia Editora Nacional, 1959.

MASTEY, A. C.; **Água no ensino de Ciências, uma sequência didática investigativa com enfoque voltado para a importância da água e do seu papel na sociedade**. Monografia. Canoinhas SC, UFSC. 2021

SASSERON; H.L. **O ensino por investigação: pressupostos e práticas**. Licenciatura em Ciências. USP/Univesp. 2015.

Apêndice A*

QUESTIONÁRIO – PRÉ-TESTE E PÓS-TESTE

Questionário – pré- teste e pós-teste

A) Avaliação sobre tratamento de água e sua importância para a saúde humana (questões 1-3)

1. Qual a importância do tratamento de água?

2. Descreva as etapas de tratamento da água. Marque mais de uma alternativa.

- | | |
|-------------------|---------------------|
| a) () floculação | f) () fluoretação |
| b) () destilação | g) () desinfecção |
| c) () captação | h) () magnetização |
| d) () decantação | i) () vaporização |
| e) () filtração | j) () liquefação |

3. Que tipo de impurezas pode ser encontradas na água e que podem afetar a saúde humana? Marque mais de uma alternativa e explique sua resposta.

- | | |
|--|--------------|
| a) () areia | j) () flúor |
| b) () sais minerais (cálcio, magnésio, sódio, etc.) | |
| c) () bactérias | |
| d) () vírus | |
| e) () madeira | |
| f) () ferro | |
| g) () gases dissolvidos | |
| h) () óleo | |
| i) () cloro | |

B) Avaliação da análise microbiológica da água (questões 4 – 9)

4. O que você entende sobre microbiologia?

5. Quais microrganismos podem ser testados em uma análise microbiológica da água? Explique sua resposta

- vírus
- protozoários
- bactérias
- insetos
- anelídeos
- poríferos

6. Qual a origem do gás formado em um eventual teste positivo na análise da água. Marque uma única alternativa correta e explique sua resposta

- fotossíntese bacteriana
- quimiossíntese bacteriana
- respiração celular bacteriana
- fermentação bacteriana

7. Porque devemos autoclavar (esterilizar os meios de cultura) antes de inocular as amostras de água? Marque a alternativa correta:

- () para evitar que as bactérias realizem respiração celular
- () para evitar que as bactérias utilizem os meios de cultura como nutrientes em suas reações orgânicas
- () para evitar que outros microrganismos entrem em contato com o meio de cultura, contaminado -o e por consequência afetando o resultado do experimento
- () para evitar que outras bactérias e fungos que estão no ambiente acabem competindo com as bactérias que possam estar na água a ser testada.

Explique sua resposta.

8. As bactérias realizam um tipo de reação orgânica fundamental para a manutenção de suas funções biológicas. Marque entre as alternativas aquela que corresponde a esse processo.

- () fotólise
- () fotossíntese
- () fermentação
- () fluoretação
- () catálise

Explique sua resposta

9. Qual o papel do Lauril triptose e do E.C para a análise microbiológica da água?

- () ser um agente fosforescente
- () ser um meio de cultura
- () ser um meio ácido para as bactérias
- () ser um agente quimiolitotrófico

() Não sei

Explique sua resposta

Apêndice B*

HABILIDADES QUE TEM RELAÇÃO AO TEMA – ÁGUA

EM13CNT105

Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

EM13CNT203

Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

EM13CNT206

Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

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.

EM13CNT309

Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.