



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

MARCOS VINICIUS CARLOS MOREIRA

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE A DEGRADAÇÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS POR MEIO DO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**

Anápolis-GO

2023

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE A DEGRADAÇÃO DOS
RECURSOS HÍDRICOS POR MEIO DO ENSINO POR
INVESTIGAÇÃO NO ENSINO MÉDIO**

MARCOS VINICIUS CARLOS MOREIRA

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

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Simião Ferreira

Anápolis-GO

2023



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

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

Dados do autor (a)

Marcos Vinicius Carlos Moreira

Mvcarlosmoreira8@gmail.com

Dados do trabalho

Alfabetização Científica Sobre a Degradação dos Recursos Hídricos Por Meio Do

Ensino Por Investigação No Ensino Médio

Data da Defesa: 30/10/2023

Tipo

Tese Dissertação

Programa: Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Concorda com a liberação documento

SIM

NÃO

Anápolis - GO,
07/12/2023

Documento assinado digitalmente
MARCOS VINICIUS CARLOS MOREIRA
Data: 07/12/2023 16:22:20-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do autor (a)

Documento assinado digitalmente
JULIANA SIMIAO FERREIRA
Data: 07/12/2023 17:39:53-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Assinatura do orientador (a)

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

CC284 Carlos Moreira, Marcos Vinicius
Alfabetização Científica Sobre a Degradação dos
Recursos Hídricos Por Meio do Ensino Por Investigação
no Ensino Médio / Marcos Vinicius Carlos Moreira;
orientador Juliana Simião Ferreira Simião Ferreira. --
Anápolis, 2023.
154 p.


Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) -- Câmpus
Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual
de Goiás, 2023.

1. Alfabetização Científica . 2. Ensino por
Investigação . 3. Estudo da Água . 4. Ensino de
Ciências. I. Simião Ferreira, Juliana Simião Ferreira,
orient. II. Título.


MARCOS VINICIUS CARLOS MOREIRA

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE A DEGRADAÇÃO DOS RECURSOS
HÍDRICOS POR MEIO DO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO NO ENSINO
MÉDIO**


Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, e Produto Educacional “Sequência de Ensino por Investigação (SEI): Degradação dos Recursos Hídricos”, para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, aprovada em 30 de outubro de 2023 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

Documento assinado digitalmente
 JULIANA SIMIÃO FERREIRA
Data: 06/11/2023 10:21:48-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Juliana Simião Ferreira
Presidente
Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Documento assinado digitalmente
 MIRLEY LUCIENE DOS SANTOS
Data: 06/11/2023 22:52:56-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Mirley Luciene dos Santos
Membro Interno
Universidade Estadual de Goiás (UEG)

Documento assinado digitalmente
 ANA PAULA DE ALMEIDA SARAIVA MAGALHÃES
Data: 09/11/2023 08:48:58-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. Ana Paula de Almeida Saraiva Magalhães
Membro Externo
Universidade Estadual de Goiás (UEG)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UEG com suas excelentes disciplinas, lecionadas por professores que amam verdadeiramente o que fazem e, deste modo, contribuíram grandemente com minha construção como professor.

À minha querida Orientadora, Profa. Dra. Juliana Simião Ferreira que define o título de orientadora de forma humanizada, engrandecendo-o. Que desenvolveu papel protagonista e determinante em minha caminhada, como mestrando, como pesquisador e especialmente como professor. Enriqueceu inestimavelmente este texto agregando contribuições valiosas e nunca mediu esforços em me ajudar nos mais diversos desafios, enquanto mestrando.

Ao CNPQ, pela bolsa concedida.

À toda equipe de professores, gestores e profissionais do Colégio Estadual Doutor Mauá Cavalcante Sávio, por terem me acolhido gentilmente e oferecido todas as condições necessárias para que eu pudesse aplicar a minha pesquisa.

Aos colegas de Mestrado, em especial à Géssica, ao Lucas e à Keila, por todo apoio e amizade nos momentos desafiadores, tornando o processo mais leve e descontraído.

Ao querido professor, Dr. Hasley Rodrigo Pereira, que gentilmente me cedeu sua turma para o desenvolvimento de meu estudo.

Às queridas profa. Dras. Mirley Luciene dos Santos, Wanessa Cristiane Gonçalves Fialho e Ana Paula Almeida Saraiva Magalhães pela enorme contribuição que deram a este trabalho, apontando sugestões e aperfeiçoamentos importantes que incrementaram grande valor ao texto final.

A toda minha família que me deu todo apoio necessário para que eu pudesse chegar até aqui. Ao meu amor, Talita, que esteve ao meu lado em todos os momentos, e me motivou em todas as etapas a entregar o melhor de mim e contribuiu grandemente com seus admiráveis talentos como Designer, ilustrando o produto educacional resultante desta pesquisa. À minha querida mãe, Marlene, que sempre incentivou meus sonhos e me inspirou a trilhar a profissão de professor. À minha querida avó, Anésia, que com sua força e resiliência me ensinou a nunca desistir de lutar pelos meus ideais.

Sumário

1. Introdução	12
2. Objetivos de Pesquisa	18
2.1. Objetivo Geral	18
2.2. Objetivos Específicos	18
3. Percurso Metodológico	19
3.1. Qualificação da Pesquisa	19
3.2. Local de Pesquisa e Participantes	19
3.3. Elaboração e Aplicação do Produto Educacional	20
3.4. Instrumentos de Coleta e Análise de Dados	22
4. Resultados e Discussão	23
4.1. Primeiro Momento da Pesquisa - Diagnóstico dos Conhecimentos prévios: Entendendo melhor o ponto de partida	23
4.2. Segundo Momento da Pesquisa: Aplicação e desenvolvimento da SEI “As árvores protegem os rios?”	37
4.2.1. Problematização da investigação	37
4.2.2- Formação de hipóteses sobre as situações-problema estudadas na investigação “As árvores protegem os rios?”	45
4.2.3. Verificação das Hipóteses no percurso da Investigação “As árvores protegem os Rios?”	59
4.2.4. Sistematização Coletiva dos Conhecimentos da investigação “As árvores protegem os Rios?”	61
4.2.5. Sistematização Individual do conhecimento da investigação “As árvores protegem os rios?”	68
4.3. Terceiro momento da pesquisa: aplicação e desenvolvimento da segunda SEI: “Em nossas casas consumimos mais água do que o necessário?” / “Os alimentos que comemos gastam mais água para serem produzidos do que nós, no nosso dia a dia?”	74
4.3.1. Problematização e Formação de Hipóteses do terceiro momento da SEI	75
4.3.2. Verificação das Hipóteses	79

4.3.3. Sistematização Individual do Conhecimento da segunda SEI	81
4.4. Quarto Momento da pesquisa: Socialização dos Conhecimentos	88
5. Considerações Finais	96

Resumo

Os índices de degradação ambiental no último século vêm se tornando uma questão alarmante para o mundo todo. Em decorrência disto, fazem-se cada vez mais notórios fenômenos como desastres naturais, catástrofes climáticas e colapsos pela escassez aguda de recursos indispensáveis à manutenção da vida na Terra. O senso de inconformismo não foi estabelecido pelo Homem ou contra este em relação a sua exploração insustentável dos recursos naturais. Muito disso se deve ao equivocado pensamento de que os recursos naturais são infinitos e inexauríveis. Dentre tais recursos, destaca-se a água recurso finito e indispensável para a vida como a conhecemos. Neste sentido, estudar este tema, no ensino básico pode contribuir para formação de cidadãos cientificamente alfabetizados e promover um maior zelo e uso sustentável da água. Deste modo, o presente trabalho objetivou avaliar e analisar o uso da abordagem investigativa como estratégia de ensino para promoção da Alfabetização Científica sobre o tema degradação dos recursos hídricos, no ano de 2022, em uma turma de ensino médio público, de um Centro de Ensino em Período Integral, situado em Anápolis-GO. Os participantes da pesquisa foram 23 estudantes de uma diversa turma de 1º ano do ensino médio, com faixa etária entre 15 e 17 anos, aptos e enquadrados nas normativas de participação preconizadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UEG. O estudo consistiu na elaboração e aplicação de duas sequências de ensino por investigação para estudo do tema acima descrito, que se dividiu em quatro momentos investigativos contemplando distintos assuntos do mesmo grande tema investigado, no decorrer de 22 aulas de 50 minutos, cada. Os dados foram avaliados por meio de análise de conteúdo realizada a partir das interações nos momentos das aulas dos estudantes e atividades realizadas. Os resultados obtidos evidenciaram a eficácia das atividades investigativas para o desenvolvimento de habilidades como o engajamento e autonomia dos estudantes. A modalidade de ensino ativo construtivista utilizada neste estudo, uma Sequência de Ensino por Investigação, favoreceu o aparecimento de indicadores de Alfabetização Científica nos estudantes, tais como: raciocínios lógico e proporcional; classificação, seriação e organização de informações; levantamento e teste de hipóteses; justificativa; previsão e explicação.

Palavras-Chave: Água, Abordagem Investigativa, Cientificamente Alfabetizados

Abstract

The rates of environmental degradation in the last century have become an alarming issue for the whole world. As a result, phenomena such as natural disasters, climatic catastrophes and the acute shortage of resources that are essential for maintaining life on Earth are becoming increasingly notorious. The sense of nonconformity was not established by or against man in relation to his unsustainable exploitation of natural resources. Much of this is due to the mistaken belief that natural resources are infinite and inexhaustible. Among these resources, water stands out as a finite and indispensable resource for life as we know it. In this sense, studying this subject in elementary school can contribute to the formation of scientifically literate citizens and promote greater care and sustainable use of water. The aim of this study was to evaluate and analyze the use of an investigative approach as a teaching strategy to promote scientific literacy on the subject of water resource degradation in 2022 in a public high school class at a full-time teaching center in Anápolis-GO. The research participants were 23 students from a different 1st year high school class, aged between 15 and 17, who were able to participate and met the standards set by UEG's Research Ethics Committee. The study consisted of the development and application of two investigative teaching sequences for the study of the theme described above, which were divided into four investigative moments covering different subjects of the same major theme investigated, over the course of 22 lessons of 50 minutes each. The data was evaluated using content analysis based on the interactions during the students' lessons and the activities carried out. The results showed the effectiveness of investigative activities in developing skills such as student engagement and autonomy. The active constructivist teaching modality used in this study, an Investigation Teaching Sequence, favoured the emergence of indicators of Scientific Literacy in the students, such as: logical and proportional reasoning; classification, sorting and organization of information; raising and testing hypotheses; justification; prediction and explanation.

Keywords: Water, Investigative Approach, Scientifically Literate

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 4: RESULTADOS E DISCUSSÃO

Figura 1: Distribuição das respostas dos estudantes à pergunta: “as ações dos seres humanos podem influenciar na quantidade e qualidade de água que temos em nosso planeta? De que forma?.....	29
Figura 2: Respostas dos estudantes à pergunta: “Na sua opinião, qual atividade humana causa mais impactos negativos na quantidade e qualidade de água disponível em nosso planeta?.....	30
Figura 3: Distribuição das respostas dos estudantes à pergunta: “Os comportamentos que temos em nosso dia a dia podem afetar a quantidade/qualidade de água em nosso planeta? Explique”.....	31
Figura 4: Distribuição das respostas dos estudantes à pergunta: “Qual atividade causa maior impacto na disponibilidade de água: as atividades econômicas ou as atividades domésticas?.....	32
Figura 5: Distribuição das respostas dos estudantes à pergunta: “Em caso de confirmação de poluição, o que você acha que poderia estar causando esta poluição neste lago/rio/riacho?.....	35
Figura 6: Demonstração de dois ambientes diferentes, na etapa de formação de hipóteses.....	45
Figura 7: Imagens utilizadas junto às perguntas problematizadoras.....	47
Figura 8: Projeção de imagem aos estudantes, ilustrando o aspecto da serapilheira aos estudantes.....	50
Figura 9: Ilustração apresentada para a turma na investigação sobre as medidas preconizadas para as densidades de matas ripárias no transcurso de ambientes aquáticos.....	51
Figura 10: Slide apresentando para a turma com o objetivo de questionar a estes sobre o estado de preservação do local.....	54
Figura 11: Figura apresentando sobre o impacto do desmatamento nos recursos hídricos.....	55
Figura 12: Slide apresentado para a turma, buscando-se verificar a consolidação dos conhecimentos construído nas discussões anteriores.....	57
Figura 13: Confeção dos experimentos realizada pelos distintos integrantes de cada grupo.....	61
Figura 14: Execução dos experimentos e apresentação dos fenômenos observados dos distintos grupos de forma coletiva.....	62
Figura 15: Amostra das respostas, do(a) estudante A14, evidenciando desenvolvimento de noções.....	69
Figura 16: Amostra das respostas, do(a) estudante A5, evidenciando como este/esta passou a entender como são os ambientes aquáticos, sem a presença de árvores.....	70

Figura 17: Amostra das respostas, do(a) estudante A23, evidenciando como chegou até a resposta de sua hipótese e uma ressalva a respeito do procedimento de verificação de hipóteses adotado.....	71
Figura 18: Amostra das respostas dos estudantes, evidenciando a sua perspectiva de diferenciação entre os dois tipos de ambientes.....	72
Figura 19: Sistematização individual do conhecimento, realizada pelo(a) estudante pesquisado(a) A22, durante o preenchimento de seu roteiro de pesquisa.....	81
Figura 20: Sistematização individual do conhecimento, realizada pelo(a) estudante pesquisado(a) A22, durante o preenchimento de seu roteiro de pesquisa, evidenciando a análise comparativa entre o seu próprio consumo doméstico de água e o consumo de produtos alimentícios, relativos à pegada hídrica.....	81
Figura 21: Demonstração gráfica das respostas dos estudantes à pergunta: “Em relação à pegada hídrica, o que gasta mais água: Toda a sua família em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?”	84
Figura 22: Demonstração gráfica das respostas dos estudantes à pergunta: “Em relação à pegada hídrica, o que gasta mais água: você em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?”	85
Figura 23: Resposta dos(as) estudantes evidenciando o aparecimento do censo de necessidade de consumir moderadamente a água e repensar o consumo de determinados alimentos.....	86
Figura 24: Elaboração de cartazes, a serem apresentados pelos diversos grupos de estudantes, sobre um momento distinto das investigações.....	89
Figura 25: Cartazes elaborados pelos grupos, sintetizando cada um, uma investigação distinta.....	90
Figura 26: Etapa de socialização do conhecimento, onde estudantes de diferentes grupos, apresentaram e discutiram os seus resultados e conclusões com todo o público presente na sala.....	91
Figura 27: Montagem do experimento “erosão hídrica” pela turma.....	129

Lista de Quadros

Quadro 1: Síntese descritiva dos quatro momentos de pesquisa, do estudo.....	21
Quadro 2 Episódios de fala transcritos da discussão entre professor e turma sobre a atitude investigativa reflexiva.....	24
Quadro 3: Reiteração da pergunta anterior visando respostas sobre os possíveis métodos passíveis de serem empregados para determinar a causa real do problema proposto.....	24
Quadro 4: Desenvolvimento da discussão sobre os meios necessários para se chegar ao resultado de uma investigação.....	25
Quadro 5: Início da discussão sobre o tema “água”.....	26
Quadro 6: Interações entre professor e estudantes acerca da influência dos hábitos alimentares na disponibilidade de água.....	37
Quadro 7: Discussão sobre o impacto de atividades econômicas no desmatamento.....	39
Quadro 8: Continuidade da discussão sobre o impacto de atividades econômicas no desmatamento.....	40
Quadro 9: Recorte amostral de respostas dos alunos sobre as atividades econômicas as quais eles mais associam com a degradação dos recursos hídricos.....	41
Quadro 10: Discussão, onde se compara entre os dois tipos de ambientes observados....	45
Quadro 11: Análise comparativa entre turma e professor de dois tipos de ambientes, evidenciando-se construções conceituais.....	48
Quadro 12: Surgimento da hipótese que previa explicação da função da serapilheira.....	50
Quadro 13: Discussão sobre as densidades da mata ripária, no decorrer dos cursos d’água.....	51
Quadro 14: Discussão sobre o papel da Biodiversidade na composição de uma mata ripária.....	52
Quadro 15: Discussão sobre a situação do ambiente apresentado, onde viu-se a construção de entendimento sobre exceções aos padrões conceituais apresentados.....	54
Quadro 16: Discussão, sobre questões do ambiente que originou uma nova hipótese.....	55
Quadro 17: Surgimento de hipótese sobre o papel das árvores na proteção dos recursos hídricos.....	57
Quadro 18: Apresentação do grupo 1, demonstrando e discutindo experimento sobre os efeitos da chuva em ambiente sem mata ripária.....	63
Quadro 19: Apresentação e discussão do grupo 2 do experimento sobre os efeitos da chuva em ambientes preservados.....	64
Quadro 20: Apresentação e discussão, pelo grupo 3, do experimento sobre os efeitos da chuva em ambientes preservados.....	65
Quadro 21: Apresentação e discussão, pelo grupo 4, do experimento sobre os efeitos da chuva em ambientes urbanos poluídos.....	66

Quadro 22: Discussão que embasou a problematização sobre as distintas formas de desperdício de água.....	75
Quadro 23: Discussão em que pôde ser observada a identificação espontânea pelos alunos, de atividades mais suscetíveis a desperdício de água.....	77
Quadro 24: Discussão evidenciando a construção de formas de testagem das hipóteses aventadas.....	78
Quadro 25: Respostas, na íntegra, retirada das atividades respondidas pelos estudantes, referente a questão 3.....	83

1. Introdução

A taxa de degradação ambiental no último século é alarmante e representa um risco à manutenção dos recursos naturais e à biodiversidade e, conseqüentemente, à vida humana (JÚNIOR e PEREIRA, 2017). Segundo Nogueira (2012), há séculos a natureza, tem sido relegada a segundo plano pela humanidade. O senso de inconformismo não foi estabelecido pelo homem ou contra este em relação a exploração insustentável que ele mantém com os recursos naturais. Muito disso, deve-se ao equivocado pensamento de que os recursos naturais são infinitos e inexauríveis (NOGUEIRA, 2012). Neste contexto, uma vertente relevante sujeita a ser explorada, no ensino de Ciências, é o estudo do uso insustentável praticado pela sociedade para com os recursos naturais, dos quais destaca-se a água.

A presença de recursos hídricos em nosso planeta equivale a manutenção da vida neste, além de representar mais de 70% da composição do corpo humano, a água é um poderoso solvente que transporta todos os nutrientes essenciais à vida e representa um elo entre todos os ecossistemas do planeta (FERREIRA, 2003). Por se tratar de um recurso finito e indispensável para a vida como conhecemos, a água e a sua possível falta vêm se tornando motivo de preocupação em todas as regiões do nosso planeta.

Estima-se que algo em torno de 4 bilhões de pessoas no mundo passam por situações de extrema escassez hídrica em pelo menos um mês do ano (MEKONNEN e HOKSTRA, 2016). Além disso, a utilização da água para fomento de atividades econômicas como agricultura, indústria e abastecimento das cidades vem desencadeando conflitos pelo monopólio da água mundo afora (HOEKSTRA et al., 2012; MARQUES, 2016). No Brasil, é comum deparar-se com situações de racionamento ou falta completa de água, especialmente, em períodos de estiagem. “Num dos países mais ricos em água doce do planeta, as cidades enfrentam crises de abastecimento, das quais não escapam nem mesmo as localizadas na região norte, onde estão perto de 80% das descargas de água dos rios do Brasil” (REBOUÇAS, 2003. P. 342).

Diante desta urgente questão, faz-se visível a necessidade em abordar o assunto “escassez e degradação dos recursos hídricos” desde o ensino básico, a fim de promover uma construção de saberes relacionados com as demandas que a sociedade atual exige de seus cidadãos. Cabe à educação, o papel de dotar a humanidade com uma capacidade de garantir o seu próprio crescimento e desenvolvimento sustentável, oferecendo aos homens as condições para que cada um tome o seu destino em suas mãos (SILVA e

SCHIRLO, 2014). Portanto, a sala de aula deve ser o espaço no qual o aluno participa de discussões e investigações sobre questões ambientais, por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação dos recursos naturais (BRASIL, 1999).

A educação científica sobre temáticas ambientais pode promover nos alunos experiências significativas do ponto de vista humano, político e social, fazendo com que esses posicionem-se diante de questões ambientais contemporâneas, utilizando-se de conhecimentos científicos consolidados. Ao buscar melhorias na qualidade da educação científica de temáticas ambientais é necessário, antes, reconhecer que o sistema de ensino prevalente no Brasil, em sua maioria, é conteudista e/ou tradicional, com aulas descontextualizadas e com grande enfoque na memorização (FONSECA e DUSO, 2018).

O modelo de ensino tradicional antagoniza com os próprios princípios de currículo que norteiam o ensino de Ciências no Brasil. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) prevê um ensino de Ciências em “que o aluno desenvolva competências que lhe permitam compreender o mundo e atuar como indivíduo e como cidadão, utilizando conhecimentos de natureza científica e tecnológica” (BRASIL, 1998, p. 32).

A medida em que o aluno encontra-se em um ambiente de aprendizado onde é sujeito passivo, ouvinte que se preocupa primordialmente em anotar aquilo que está no quadro com a finalidade de memorizar para fazer provas e avançar de ano letivo, ou seja, a medida em que ele é parte de um sistema tradicional/Behaviorista de ensino, as possibilidades de fomento da autonomia dele são suprimidas em prol do fomento a repetição e memorização. Portanto, as possibilidades para que ele se torne um cidadão cientificamente alfabetizado e atuante na sociedade em que vive, de maneira crítica e consciente, são anuladas (LEÃO, 1999).

Há, no modelo tradicional, uma concepção de ensino que o aluno é uma tábula rasa, sem experiências/concepções prévias, que precisa ser preenchida pela escola através de um método de transmissão/acepção do conhecimento que seria avaliado pela capacidade ou não do estudante de responder uma avaliação (DARROZ, ROSA e GHIGGI, 2015). Desta forma, é necessário o desenvolvimento de abordagens de ensino eficientes, que privilegiem o papel ativo e construtivo dos alunos na sala de aula, criando

um viés transformador, que visa a compreensão dos indivíduos em relação ao meio ambiente (GRZEBIELUKA et al., 2014).

Estas mudanças se mostram necessárias em vários espectros do currículo formativo do ensino básico. No âmbito deste estudo daremos foco ao ensino de Ciências, e para tal, identificamos a Alfabetização Científica (AC) como principal objetivo do ensino a ser alcançado por estes estudantes. A AC deve ser tratada com atenção pois com a nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), os objetivos de ensino de Ciências passaram a exigir uma postura condizente com a postura de um cidadão cientificamente alfabetizado (REIS et al., 2020).

A AC visa formar cidadãos autônomos e atuantes em nossa sociedade, que utilizem o conhecimento científico em prol de melhorias individuais e coletivas. Além de ser demandada pela BNCC, a AC também pode ser considerada um objetivo de ensino indispensável para a atualidade, visto que a compreensão de conhecimentos científicos consolidados se faz cada vez mais necessária para se contrapor a desinformação endêmica dos tempos modernos, para a tomada de decisões de diferentes níveis de complexidade (SILVA e OLIVEIRA, 2020).

Ao definirem AC, Sasseron e Carvalho (2011, p. 61), ressaltam a necessidade de desenvolver nos estudantes uma nova forma de agir, de modo consciente, utilizando-se de saberes científicos:

...usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 61).

Para compreender com mais profundidade, os distintos aspectos das propostas de Alfabetização Científica (AC), é necessário, antes, esclarecer que seu conceito, muito estudado no escopo de pesquisas sobre ensino de Ciências, se mostra bastante amplo, portanto, com sua definição debatida sob diversas óticas (SASSERON e CARVALHO, 2008).

Separando os termos, na busca de abstrair seus significados, têm-se sob a perspectiva Freiriana, que alfabetizar é:

mais que o simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. (...) Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. (FREIRE, 1980, p.111).

Desta forma, quando se almeja alfabetizar estudantes em Ciências, um importante pressuposto é que estes desenvolvam a capacidade de agir sobre o mundo, tomando decisões individuais e coletivas baseadas no conhecimento científico. Quando uma aula de Ciências é ministrada com o intuito de atingir a AC, os alunos são estimulados a exercerem uma postura ativa durante o processo de investigação científica. Eles são incentivados a acessarem seus conhecimentos prévios, cooperarem em grupo; usarem a criatividade para preverem explicações de fenômenos naturais, elaborar formas de testar tais explicações; identificar, através dos resultados, sua corroboração ou refutação; comunicar e debater com os colegas de turma as conclusões obtidas (PENICK, 1998; CHASSOT, 2003; SASSERON e CARVALHO, 2011). Sob tais condições, cria-se uma atmosfera favorável que torna possível a superação de práticas passivas pré-estabelecidas, oriundas do sistema de ensino Conteudista/Behaviorista prevalente em nossa educação.

A fim de explorar todos esses aspectos, Chassot (2003) observou a necessidade de observar o lado linguístico da Alfabetização Científica, visto que ser alfabetizado cientificamente significa saber ler a linguagem que a natureza está escrita. O autor ressalta ainda que ao desenvolver a AC nos estudantes, torna-se possível trazer à tona conhecimentos prévios, para que possam ser trabalhados, corrigidos e ressignificados. No entanto o autor ressalva também, que é preciso transcender a mera correção de conceitos prévios errados, partindo para a construção de um entendimento das Ciências que os permitam compreender melhor as manifestações do universo, contribuindo para que estes futuros cidadãos possam melhor prever e controlar as transformações que ocorrem na natureza (CHASSOT, 2003).

Algumas lacunas mostram-se necessárias de preenchimento para que um indivíduo possa ser considerado alfabetizado cientificamente. É preciso que este seja capaz de compreender as relações existentes entre Ciência e Sociedade; desenvolver conhecimentos científicos básicos das diferentes áreas da Ciência; ter um certo domínio sobre a natureza da Ciência; entender os pressupostos éticos por trás do trabalho daqueles que fazem Ciência, saber diferenciar Ciências e Tecnologias e ser capaz de traçar paralelos entre Ciências e Humanidades (PELLA, 1966).

O preenchimento de tais lacunas, através da aplicação de determinada metodologia, pode ser aferido através das distintas formas de manifestações de Indicadores de Alfabetização Científica (IAC). Dentre tais formas, destacam-se a oralidade e a escrita dos estudantes. No âmbito deste trabalho serão adotados os IAC, trazidos por Sasseron e Carvalho (2008) (Apêndice 1).

Tendo em vista a relevância e impacto da AC na forma de ensinar Ciências, é fundamental entender melhor as maneiras de alcançá-la. Neste estudo escolhemos a abordagem Ensino de Ciências por Investigação (EnCI), por ser uma abordagem que estimula a autonomia dos estudantes para aprofundarem os seus estudos em um determinado tema de interesse (LORENZON e HERRMANN, 2020).

Um dos precursores de estudos na área do ensino, John Dewey, defendia que o fator mais relevante na aprendizagem dos alunos é a sua ação ou participação (ANDRADE, 2011). Tal postura ativa pode ser oportunizada através de investigações de problemas científicos interessantes de serem feitas através do método científico (BARROW, 2006).

Quando foi proposta, na metade do século XX, a abordagem investigativa primava pelo uso do laboratório de forma mais indutiva, na qual os estudantes analisavam o mundo natural como um cientista. Também era comum o uso da confirmação da teoria vista na sala, através de experimentos realizados em laboratórios e, junto a isso, uma espécie de investigação guiada pelo professor (RODRIGUES e BORGES, 2008).

Posteriormente, são reconhecidos a relevância do papel exercido pelo pensamento Piagetiano para o apontamento de carências existentes nas formas de ensinar da época que, posteriormente, levariam a ascensão da abordagem investigativa. Piaget, em sua obra, apontou que esmiuçar um determinado problema é preponderante para o desencadeamento da construção do conhecimento (CARVALHO, 2013). A partir de sua obra, Piaget proporcionou uma forte reação crítica ao modelo expositivo de ensino padronizado nas escolas em várias partes do mundo (LORENZON e HERRMANN, 2020).

Esta demanda pró construtivista, trazida por Piaget somou-se ao Movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade como fatores culminantes ao desenvolvimento da abordagem de ensino por investigação. Tal movimento ressalta a importância de uma

nova maneira de ensinar que auxilie os estudantes a compreenderem e solucionarem problemas do seu cotidiano (LORENZON e HERRMANN, 2020).

Carvalho e colaboradores (2018), ressaltam que esta abordagem é usada para tratar de conteúdos de modo que o professor crie condições em sala de aula para que os alunos reflitam levando em conta a estrutura do conhecimento; falem emitindo seus argumentos e conhecimentos construídos; leiam, entendendo criticamente o conteúdo da leitura; escrevam, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.

Scarpa, Sasseron e Silva (2017) propõem que a investigação pode ser entendida como um rol de ações e atitudes que permitam a resolução prática de um problema e as ações e atitudes envolvidas nos processos de compreensão das ações práticas executadas para resolução deste problema. Esta conceituação evidencia o paralelo entre o ensino por investigação, o fazer científico e as reflexões sobre este fazer científico.

É intuito da abordagem investigativa auxiliar os alunos a compreenderem os caminhos que os cientistas percorrem para chegar-se a uma descoberta e validar suas hipóteses (GRANDY e DUSHCL, 2007). Desta forma, emerge-se um papel adjacente do ensino por investigação na atualidade, combater o descrédito da sociedade com a Ciência provocado pelo advento da desinformação em massa disseminada, principalmente pelos aplicativos de comunicação, sobretudo no período da pandemia de COVID-19 (GALHARDI, et al., 2020).

O ensino por investigação aproxima os estudantes do método científico, demonstrando a credibilidade do processo de construção de conhecimentos científicos. Desta forma, estes futuros cidadãos quando forem defrontados com importantes decisões a serem tomadas, num cenário de forte polarização entre propagadores de *Fake News*, estarão munidos de discernimento e senso crítico o suficiente para decidir entre o que é factual e o que é fictício, agindo, assim, em benefício próprio e em benefício coletivo. Diante disso, optou-se neste estudo pela abordagem de ensino por investigação para aferir, no contexto das variáveis desta pesquisa, a sua capacidade de formar cidadãos autônomos e atuantes na sociedade em que vivem, que venham a utilizar-se da Ciência, de forma crítica, para tomada de decisões que afetam a si e a toda coletividade.

Para tanto, as atividades investigativas devem oferecer condições para que os estudantes solucionem situações-problema, buscando-se relações causais entre variáveis que expliquem o fenômeno observado, através de raciocínios hipotético-dedutivos e, indo

além disso, possibilitando a mudança de conceitos, desenvolvimento de ideias que levem a teorias e leis e a formação de modelos explicativos (SASSERON, 2015).

Sob tais condições e o surgimento de novas demandas sociais, a prática investigativa tem também contemplado outras finalidades, como o desenvolvimento cognitivo dos estudantes, o incentivo para a elaboração de hipóteses por estes, registro e análise de dados e o estabelecimento da argumentação (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011).

Diante desta promissora abordagem de ensino e frente aos desafios inerentes à demanda do ensino sobre questões ambientais relacionadas à degradação dos recursos hídricos, o presente trabalho buscou responder a seguinte questão: A abordagem de Ensino de Ciências por investigação pode ser usada para favorecer a Alfabetização Científica sobre o tema degradação dos recursos hídricos em alunos do ensino médio da rede pública de Anápolis-GO?

2. Objetivos de Pesquisa

2.1. Objetivo Geral

A fim de responder a pergunta desta pesquisa, o transcorrer deste estudo foi norteado pelo objetivo geral de avaliar e analisar o uso da abordagem ensino por investigação para promover a alfabetização científica sobre o tema degradação dos recursos hídricos, em uma turma de Biologia do ensino médio, de uma escola pública de tempo integral em Anápolis-GO. A partir deste objetivo geral, outros específicos foram explorados.

2.2. Objetivos Específicos

- Investigar se a abordagem de ensino por investigação, através das Sequências de Ensino por Investigação aplicadas, oportunizou ampliação dos conhecimentos sobre o tema degradação dos recursos hídricos em relação aos conhecimentos que os estudantes possuíam no momento de diagnóstico dos conhecimentos prévios.
- Verificar se o ensino por investigação oportunizou aos alunos o desenvolvimento de conceitos sobre o tema degradação dos recursos hídricos. Se sim, averiguar a qualidade dos conceitos construídos a partir desta abordagem.
- Avaliar o desenvolvimento da Alfabetização Científica relacionada ao tema degradação dos recursos hídricos durante o processo investigativo;

- Analisar a eficácia da sequência de ensino investigativo sobre a degradação dos recursos hídricos como instrumento que contribua para superação da passividade/ociosidade dos estudantes, comuns a educação bancária;
- Construir, como produto educacional, um material textual contendo duas sequências de Ensino por Investigação para o Ensino de Ciências, destinado à promoção da Alfabetização Científica sobre distintos aspectos do tema “degradação dos recursos hídricos”.

3. Percorso Metodológico

3.1. Qualificação da Pesquisa

O trabalho foi realizado por meio de uma pesquisa-ação na qual o pesquisador é participante desde o planejamento até a aplicação, análise dos dados e obtenção de inferências sobre estes. A pesquisa-ação configura-se como:

[...] um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo (THIOLLENT, 2004, p. 14).

A pesquisa apresenta rigor qualitativo em que se caracteriza descrever e analisar os participantes, os acontecimentos, as situações do meio investigado e o processo como um todo (GODOY, 1995; LÜDKE e ANDRÉ, 2013). Neste tipo de estudo há possibilidade de contribuição no processo de mudança de determinado grupo e possibilitar, em maior nível de profundidade, o entendimento das particularidades do comportamento dos indivíduos (RICHARDSON, 1999). Em pesquisas qualitativas, o pesquisador é o principal instrumento de pesquisa, no qual observa para apreender os objetos de estudo, espelhando-os então em sua consciência, onde são representados para serem interpretados (TURATO, 2005).

3.2. Local de Pesquisa e Participantes

A presente pesquisa foi realizada com 23 estudantes, com faixa etária de 14 a 16 anos, no âmbito de uma turma de 1º ano do ensino médio de um Centro de Educação em Período Integral (CEPI), da rede estadual de ensino, localizado na cidade de Anápolis-GO. O modelo CEPI, segundo o Plano Nacional de Educação, busca ampliar o tempo de aprendizagem, oferecendo um currículo diverso, através de variadas disciplinas e projetos

em que os estudantes são estimulados a desenvolver sua autonomia na própria aprendizagem (VOIGT et al., 2021, apud FIALHO et al, 2021, p.6; BRASIL, PNE, 2014).

Dentre os projetos trabalhados neste CEPI, está o projeto Trilhas Integradoras, em que foram realizadas as ações inerentes ao presente estudo. Trata-se de um componente curricular do núcleo diversificado da escola campo, que busca estabelecer a característica interdisciplinar na abordagem de assuntos do cronograma de ensino conforme o Documento Curricular de Goiás (DCGO) e a BNCC. Portanto, as disciplinas de Biologia, Física e Química são englobadas dentro da perspectiva de Ciências da Natureza e, enquanto estas é ministrada pelo professor titular da disciplina, isto é feito de tal modo a considerar os aspectos das três grandes áreas das Ciências da Natureza, buscando-se construir conhecimentos científicos de forma ativa.

3.3. Elaboração e Aplicação do Produto Educacional

Baseado no pressuposto de que a construção dos próprios conhecimentos científicos sucede uma investigação, a presente pesquisa escolheu a aplicação de uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI) como meio potencial para que o desenvolvimento da Alfabetização Científica fosse oportunizado.

Ao escolher métodos investigativos como ferramenta de ensino, é necessário compreender que, no âmbito da sala de aula, a investigação deve oferecer condições para que os estudantes encontrem formas de lidar com problemas e superá-los. É necessário também que isso seja feito de modo a estabelecer paralelos causais entre as variáveis que expliquem o fenômeno estudado através de raciocínios hipotético-dedutivos. Por fim é desejável transcender isto oportunizando desconstruções e reconstruções conceituais, desenvolvimento de ideias, proposição de modelos de testagens, alcance de inferências que se assemelham a teorias ou explicações inerentes ao universo da Ciência (SASSERON, 2015).

Na busca por conceituar uma SEI, Sasseron (2015, p. 59) aponta que esta pode ser entendida como “*o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados.*”. Ela ainda reforça a visão de SEI como uma abordagem didática, onde o professor apresenta-se como “*propositor de problemas, orientador de análises e fomentador de discussões*”.

Baseando-se em referenciais teóricos sociointeracionistas, Carvalho (2011) propõe alguns fundamentos orientadores do planejamentos de SEI's, dentre os quais destacam-se: A participação ativa dos estudantes; a importância da interação aluno-aluno; o papel do professor como elaborador de questões; a criação de um ambiente encorajador; o ensino a partir do que o aluno traz para a sala de aula; o problema, que tem que ser significativo para o aluno; a relação ciência, tecnologia e sociedade (CARVALHO, 2011).

Todos estes pontos foram levados em consideração, no planejamento e elaboração das presentes SEI's. Desta forma, foram idealizadas duas sequências investigativas (Quadro 1), onde o tema degradação dos recursos hídricos foi estudado no transcorrer de quatro momentos que correspondem as etapas inerentes das SEI's, conforme proposto por Carvalho (2013). Tais etapas podem ser sintetizadas como: Proposição do Problema e trabalho com as hipóteses; resolução do problema; sistematizações coletiva e individual do conhecimento (CARVALHO, 2013; BRITO, BRITO e SALES, 2018).

Algumas outras etapas foram incrementadas, como a de diagnóstico de conhecimentos prévios, baseando-se no reconhecimento da necessidade de compreensão do ponto de partida e a etapa de socialização do conhecimento, baseando-se no entendimento da importância desta comunicação dos achados aos pares, ao buscar-se uma ambientação dos estudantes com as práticas do fazer científico.

Quadro 1: Síntese descritiva dos quatro momentos de pesquisa, deste estudo.

Síntese das Sequências de Ensino por Investigação: "Degradação dos Recursos Hídricos"	
1º Momento: Introdução e Diagnóstico de conhecimentos prévios (4 aulas)	<ul style="list-style-type: none"> ● Abertura dos trabalhos, com a busca pela interação; ● Discussão, por meio de roda de conversas, sobre o método científico e sua importância; ● Discussão sobre problemáticas envolvendo o desgaste dos recursos hídricos; ● Diagnóstico dos conhecimentos Prévios. ● Avaliação do desempenho dos estudantes, com vistas aos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC).
2º Momento: Aplicação e desenvolvimento da 1º SEI: "As árvores protegem os rios?" (6 aulas)	<ul style="list-style-type: none"> ● Problematização e formação de hipóteses sobre a relação entre desmatamento e degradação dos recursos hídricos; ● Experimentação das hipóteses aventadas. ● Sistematização coletiva do conhecimento ● Sistematização individual do conhecimento ● Avaliação do desempenho dos estudantes, com vistas aos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC).

<p>3º Momento: Aplicação e desenvolvimento da segunda SEI “Em nossas casas, gastamos mais água que o necessário?” e “Os alimentos que comemos gastam mais água para serem produzidos do que nós, no nosso dia a dia?” (6 aulas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Problematização e formação de hipóteses sobre o consumo doméstico de água e a pegada hídrica; ● Verificação das hipóteses levantadas. ● Sistematização individual do conhecimento com realização de atividades de resposta a questionários, relato das experiências e produção de desenhos e cartazes onde compara-se hipóteses e resultados através de esquemas, desenhos, figuras, etc. ● Avaliação do desempenho dos estudantes, com vistas aos Indicadores de Alfabetização Científica (IAC).
<p>4º Momento: Socialização dos Conhecimentos Construídos nas duas SEI's (6 aulas)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Organização da turma em grupos; ● Sistematização coletiva das investigações do 3º momento, ● Discussão, nos grupos, acerca dos resultados obtidos; ● Apresentação e socialização para toda a turma e para público externo qualificado dos resultados obtidos e impressões acerca das investigações realizadas.

Fonte: autoria própria.

3.4. Instrumentos de Coleta e Análise de Dados

A coleta de dados seguiu orientação etnográfica com registros de nota de campo e em áudio, imagens e/ou vídeo mediante prévia autorização dos responsáveis legais dos estudantes, através da assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido (Apêndice 2), bem como autorização dos estudantes propriamente ditos, por meio da assinatura do Termo de Assentimento Livre Esclarecido (Apêndice 3), e em conformidade com Vieira et al. (2014, p. 208). Toda a pesquisa também foi autorizada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Goiás, sob o nº de registro CAAE: 58596222.8.0000.8113.

Foram feitos registros, em um diário de campo, acerca de minha percepção, como pesquisador aplicador da pesquisa, sobre o andamento das atividades, conforme Santana (2020). Para manter o anonimato dos participantes, adotou-se nas transcrições das falas um código para os alunos, utilizando-se a inicial A maiúscula seguida de um número, A1, A2, A3, ...An.

Os dados deste estudo foram obtidos através das falas e participações dos estudantes nas rodas de conversas, registradas em áudio; das respostas discursivas dos estudantes aos questionários aplicados, em forma de atividades, bem como dos desenhos e esquematizações dos estudantes ao longo destas atividades.

A análise dos dados coletados foi realizada de acordo com os preceitos de Bardin (2016), que preconiza a análise de conteúdo como uma metodologia empírica, no contexto de um rol de técnicas utilizadas para verificar comunicações que buscam indicadores quantitativos ou não, tornando possível deduzir quais os conhecimentos adquiridos. É sobretudo uma técnica para analisar as interações e/ou comunicações auxiliando a varredura de informações extraídas a partir do que foi dito nas interações e observadas pelo pesquisador (SILVA e FOSSÁ, 2015). Para tal análise, foram realizadas transcrições dos áudios das aulas, falas dos estudantes e discussões entre turma e professor. Tais transcrições foram esquematizadas em quadros demonstrativos, ao longo do presente texto. Também foram analisados todos os dados obtidos por produção textual dos estudantes, através de respostas dos estudantes a atividades de questionários dissertativos.

4. Resultados e Discussão

4.1. Primeiro Momento da Pesquisa - Diagnóstico dos Conhecimentos prévios: Entendendo melhor o ponto de partida

Na aula inaugural das atividades, durante o primeiro momento da SEI, em que se objetivou o levantamento de conhecimentos prévios dos estudantes, foi realizada uma apresentação da proposta de estudo, envolvendo uma investigação sobre o tema “degradação dos recursos hídricos”. O objetivo foi iniciar o processo dialógico junto à turma, buscando-se o estabelecimento da interação entre o professor pesquisador, autor deste texto, e os estudantes. De acordo com Vieira (2012) é essencial ao ensino de Ciências por investigação, a propositura de perguntas que possibilitem engajamento dos alunos acerca de uma questão científica estudada.

Esta introdução, no formato de uma roda de conversas, foi feita de maneira dialogada com a turma a fim obter-se um diagnóstico dos conhecimentos prévios que os estudantes possuíam sobre este assunto. A roda de conversa pode ser definida como “uma forma de coleta de dados em que o pesquisador se insere como sujeito da pesquisa pela participação na conversa e, ao mesmo tempo, produz dados para discussão” (MOURA e LIMA, 2014, apud PRATA; MARQUETTI e SANTOS, 2020, p.22).

Deste modo, após a apresentação pessoal, uma pergunta norteadora foi proposta, buscando-se uma discussão inicial. Nesta primeira abordagem, verificou-se uma

resistência dos estudantes em participar, possivelmente causada pelo fato de ter sido o primeiro contato do professor pesquisador (autor deste texto) com a turma.

O professor abriu questionando: “Qual a importância de desenvolvermos a mentalidade científica?”, não obtendo resposta da turma. Na sequência foi iniciada uma discussão sobre a situação pandêmica e a necessidade de recorrer a Ciência para solucioná-la. Assim, a resistência inicial foi amenizada. Dois estudantes fizeram uma associação entre a pandemia e o pensamento científico, remetendo a questões vivenciadas durante o momento crítico da emergência de saúde.

Após isso, uma outra indagação foi apresentada na tentativa de mostrar aos alunos que a postura investigativa reflexiva pode-se fazer presente não somente em situações pedagógicas e/ou de laboratório e campo, mas também no nosso dia a dia, quando nos deparamos com problemas domésticos rotineiros e passamos a nos perguntar como podemos agir para solucioná-lo (Quadro 2).

Quadro 2: Episódios de fala transcritos da discussão entre professor e turma sobre a atitude investigativa reflexiva no dia a dia.

Participantes	Interações
Professor	<i>Em nosso dia a dia podemos detectar possíveis problemas pela simples observação. Na nossa casa, por exemplo, ao vermos uma goteira, o que poderíamos fazer para explicar a causa dessa goteira?</i>
A11	<i>É por causa de um buraco na telha</i>
A17	<i>Talvez é infiltração</i>
Professor	<i>Alguém mais?</i>
A21	<i>Pode ter um cano que tá furado</i>

Fonte: Autoria própria

Nesta abordagem foi possível constatar que os alunos lançaram mão de suposições que pudessem responder a situação problema apresentada. Tal comportamento, como descrito por Sasseron e Carvalho (2008), caracteriza-se como levantamento de hipóteses. No entanto, nesta discussão, os estudantes ainda não conseguiram elaborar respostas que pudessem servir de método de investigação-averiguação do problema existente, como solicitado na pergunta. Isto indica que os alunos, naquela altura, possuíam capacidade de formular hipóteses explicativas de um dado fenômeno, no entanto, é possível detectar na mesma medida, uma certa dificuldade de construção de formas de testar suas hipóteses e,

em segundo plano, uma certa dificuldade de interpretação da questão. Diante disso, foi reiterada a proposição no sentido de obter resposta para a pergunta inicial (Quadro 3).

Quadro 3: Reiteração da pergunta anterior visando respostas sobre os possíveis métodos passíveis de serem empregados para determinar a causa real do problema proposto.

Participantes	Interações
Professor	<i>Todas essas afirmações são previsões que explicam o que está acontecendo para causar as goteiras. Como podemos fazer para confirmar se essas previsões estão corretas?</i>
A1	<i>Pode subir no telhado e olhar</i>
A9	<i>Verificar</i>
A13	<i>Chamar um pedreiro</i>

Fonte: Autoria própria

Quando perguntados de uma maneira mais direcionada, observou-se que os alunos foram capazes de aventar proposições de verificação do problema coerentes com a situação apresentada. Desta forma, faz-se evidente no presente trabalho, a confirmação de uma inferência muito observada em estudos sobre ensino: o papel determinante do(a) professor(a) mediador(a) no desenvolvimento da postura investigativa e na construção de conhecimentos compatíveis com os Indicadores de Alfabetização Científica visto que, o professor mediador, apresenta-se como um elo entre “*os saberes do aluno e o conhecimento científico, ajudando-os a construir um saber novo*” (PRAIA et al., 2002, p. 136 apud LEITE et al., 2015, p. 51).

Ao prosseguir com a discussão, foi levado em consideração uma aproximação dos estudantes ao fazer científico, visto que tal enculturação é facilitadora de atividades investigativas pois motivam os estudantes a refletirem, discutirem, explicarem e relatarem situações inerentes ao problema investigado (TRIVELATO e TONIDANDEL, 2015). Deste modo, buscou-se, através de desdobramentos das respostas anteriores, a apresentação de informações inerentes ao trabalho científico. (Quadro 4)

Quadro 4: Discussão sobre os meios necessários para se chegar ao resultado de uma investigação

Participantes	Interações
Professor	<i>Na Ciência, verificar significa pesquisar, experimentar, testar para saber o que está, de fato, acontecendo. De que forma podemos verificar se o vazamento realmente vem de um cano?</i>
A1	<i>Trocando o cano</i>
Professor	<i>Mas como isso vai nos mostrar se era realmente essa a causa da goteira?</i>
A3	<i>Se a goteira parar, então era isso.</i>

Fonte: Autoria própria

Nesse diálogo observou-se uma complementaridade de informações entre um(a) aluno(a) e outro(a), evidenciando que aulas investigativas oportunizam e/ou potencializam as possibilidades de cooperação entre alunos (DIAS, 2015). Além disso, faz-se necessário realçar um certo grau de exposição de informações na turma, sobre o significado científico do termo verificação.

Tal exposição pode ser interpretada como uma complementaridade à construção de conhecimentos dos estudantes, uma vez que as situações investigativas e as perguntas realizadas incentivam os alunos a buscarem respostas através de seu acervo de informações, da sua bagagem já adquirida, bem como de sua vivência já experimentada até ali. É necessário reconhecer, que há limites nesta bagagem, reforçando, assim, o entendimento de que os estudantes não formam suas concepções através de um vazio conceitual, conforme constatado por Lorenzon (2018).

Através deste processo dialógico é possível notar que tais limites podem ser ultrapassados pela soma das metodologias ativas, como as aulas investigativas, e um comedido grau de exposição de informações para os alunos, visando aproximá-los um pouco mais, de conhecimentos que estes ainda não possuem.

Neste sentido, ao final da discussão, um conceito foi apresentado à turma: o da falseabilidade, visando a promoção de uma maior ambientação com terminologias próprias ao universo das Ciências. Realça-se aqui a opção por fazê-lo de forma antecedida das futuras proposições de investigações sobre os recursos hídricos, ou seja, buscou-se aqui apresentar à turma razões que sustentam a confiança na Ciência em momento anterior ao início das investigações propriamente ditas.

Isso foi feito quando o professor ponderou: P.: *“A partir disso (da resposta anterior de A3), temos uma conclusão. Com isso podemos notar um conceito aqui, o da falseabilidade. Quando submetemos o conhecimento científico a testes de quem não concorda com ele e ele resiste, quando o conhecimento passa por estes testes, ele é tido como aceito no mundo acadêmico”*.

Após esta abordagem inicial, em que se buscou uma aproximação dos estudantes com a postura investigativa essencial para as atividades propostas da SEI, o tema “água” foi abordado no sentido de buscar informações que os alunos já possuíam sobre a futura investigação que seria realizada, alvo deste estudo (Quadro 5).

Quadro 5: Início da discussão sobre o tema “água”

Participantes	Interações
Professor	<i>O que vocês já estudaram sobre o tema "Água"?</i>
A13	<i>Sobre as formas de tratamento da água</i>
A9	<i>A filtração, cloração, fluoração, ph da água, quando a água é potável,</i>
A15	<i>Reutilização de água da chuva aqui na escola.</i>
Professor	<i>Por que é importante reutilizar a água?</i>
A9	<i>Porque não tem muita água</i>
A21	<i>Porque a água tá acabando</i>

Fonte: Autoria Própria.

Por meio destas colocações, é possível inferir que os alunos já possuíam um certo nível de conhecimento de conteúdos relativos ao tema “água”. Neste sentido, realça-se a importância de levar-se em consideração os conhecimentos prévios dos estudantes, na construção de novos saberes. A vivência cultural e as experiências anteriores dos estudantes oferecem bons elementos para analogias, exemplos e ilustrações dos fenômenos estudados (DOMINGUES e VALÉRIO, 2019). Reforça-se assim, a compreensão de que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos” (AUSUBEL; NOVAK e HANESIAN, 1980, p. 137).

Uma outra constatação também se faz relevante de análise, a partir desta discussão com os estudantes: a de que eles reconheceram a água como um bem limitado que, na percepção deles, está próximo do exaurimento. Isto acende uma preocupação, por parte desses, acerca da necessidade de preservar este patrimônio e, além disso, indica interesse dos alunos no tema. Esse fator contribui significativamente com o fomento de uma investigação sobre este assunto, uma vez que investigações que envolvam temas do interesse dos estudantes, tendem a tornar-se motivadoras para que estes trabalhem de maneira conjunta e coordenada na resolução do problema investigado (SASSERON e CARVALHO, 2008).

Posteriormente buscou-se, em termos quantitativos, o quanto os estudantes consideravam existir, no planeta, de água potável disponível para o consumo humano.

Nesta discussão fica evidente que os alunos não tiveram medo de errar, ao estimar o quantitativo de água doce disponível para consumo. Apesar das respostas não estarem necessariamente ancoradas em dados factuais, percebeu-se nesta discussão, o aflorar de uma característica propulsora de qualquer atividade investigativa: a ousada proatividade em formular hipóteses e apresentá-las ao público para apreciação e/ou discussão sobre.

Neste sentido, vale ressaltar que em um processo de investigação, inibir o medo do erro é um fator importante para incentivar as tentativas dos envolvidos no processo. À medida que os estudantes estão engajados em participar, independente da possibilidade de errar ou não, nota-se que há um incentivo mútuo para os demais colegas a fazerem o mesmo, havendo ampla participação e envolvimento na discussão. Desta forma, em alinhamento com as teorias construtivistas, têm-se uma clara demonstração da ressignificação do erro, uma vez que o erro deixa de ser enxergado como algo que deva ser eliminado, passando a ser considerado como algo a ser explorado em suas potencialidades (SILVA e NASSER, 2022).

No desenrolar da discussão, foi solicitado aos estudantes que identificassem os locais de distribuição da água doce disponível no planeta para consumo humano, na qual o(a) estudante A16 apontou: “fica nos rios”, evidenciando conhecimento de uma das localizações de presença de água doce no planeta.

Após esta discussão, foi aplicado um questionário (Apêndice 4) no formato de uma atividade discursiva com sete questões. O principal objetivo desta atividade foi verificar as principais causas que eles atribuíam à degradação dos recursos hídricos, a parcela quantitativa que eles atribuíam a participação antrópica ao desgaste deste bem, a relação que eles faziam entre preservação da flora e preservação dos recursos hídricos e a detecção de possíveis vestígios de potencialidades investigativas.

Quando perguntados sobre os efeitos das ações humanas na qualidade e quantidade de água, a turma foi unânime em responder que as atividades humanas influenciavam na qualidade e quantidade de água disponível no nosso planeta. Ao justificarem suas respostas, as repostas dos estudantes variaram principalmente entre poluição e desperdício (Figura1).

Figura 1: Distribuição das respostas dos estudantes à pergunta: “as ações dos seres humanos podem influenciar na quantidade e qualidade de água que temos em nosso planeta? De que forma?”



Fonte: autoria própria.

Vale ressaltar que essa questão foi a primeira de sete respondidas, possibilitando verificar que a primeira resposta dos alunos sobre o tema estudado é a associação da problemática envolvendo os recursos hídricos com a poluição e o desperdício. De fato, são questões relevantes que prejudicam a manutenção da qualidade e preservação dos recursos hídricos. No entanto, outras tão importantes quanto, como o caso da preservação da biodiversidade, manutenção da cobertura vegetal e matas ripárias nas proximidades de leitos de rios, excessos decorrentes do modo de vida consumista de nossa sociedade, pegada hídrica, extrativismo e mineração não foram nem sequer aventados nas respostas. Dentre as 19 respostas, quatro seguiram direções distintas das quinze demais:

A3: “*Sim, pelo uso para ter energia*”.

A16: “*Sim, porque se economizarmos a água da maneira certa, ainda teremos muita água no futuro*”

A4: “*Sim, na poluição que acaba diminuindo o tanto de água potável e não potável*”.

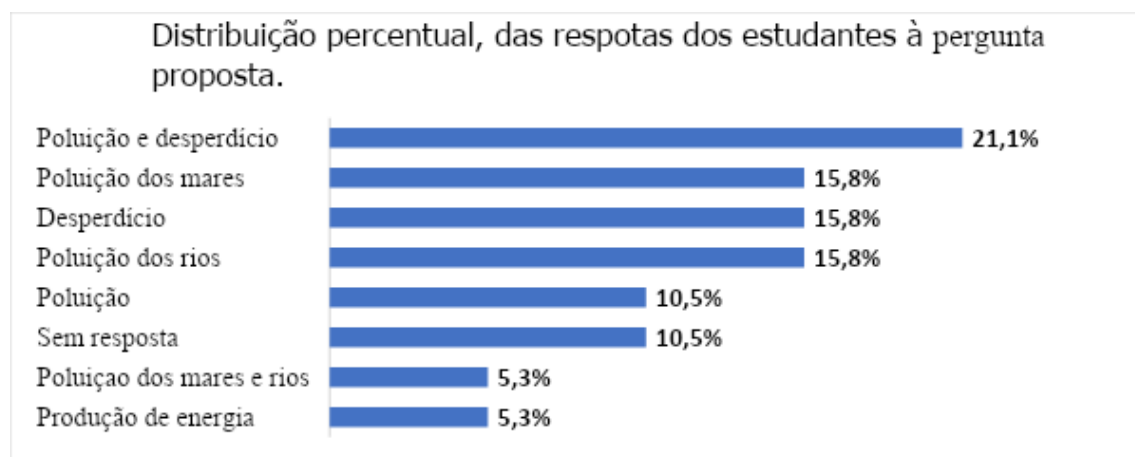
O(a) estudante A4 buscou argumentar, para sustentar a sua resposta espontânea, que identificou a poluição como ameaça aos recursos hídricos.

Percebe-se, assim, que há indícios de um olhar da turma para o problema, sob certa limitação de variedades de perspectivas, ou seja, identificou-se aqui uma necessidade de ampliar o espectro de análise do problema, por parte dos alunos de tal modo a diversificar as possíveis relações de causa e efeito do problema: degradação dos recursos hídricos.

Além disso, observa-se que na turma há preocupação com a preservação da água para o período futuro, realçando uma preocupação com a manutenção deste recurso a longo prazo, como demonstrado na resposta do(a) aluno(a) A16: “*Sim, por que se economizarmos água da maneira certa, ainda teremos muita água no futuro*”. Tal olhar, para uma perspectiva posterior, indica a tomada de consciência sobre a importância de preservar um recurso natural finito. Neste sentido, destaca-se a ocorrência de uma das finalidades do ensino por investigação proposto por Carvalho (2018): que os estudantes, por meio da atividade investigativa sejam capazes de “escreverem, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas.”

Quando perguntados sobre qual era a atividade antrópica que eles imputavam a maior responsabilidade por causar danos aos recursos hídricos, a poluição e o desperdício seguiram figurando como as principais problemáticas, somando juntas 84,2% das respostas (Figura 2). Nesta questão discursiva, 15,8% dos alunos responsabilizaram a poluição dos mares como principal causa da degradação dos recursos hídricos, enquanto outros 15,8% atribuíram culpa a poluição dos rios e 5,3% apontou que a poluição de ambos representava atividades humanas de impactos negativos para quantidade e qualidade de água disponível em nosso planeta.

Figura 2: Respostas dos estudantes à pergunta: “Na sua opinião, qual atividade humana causa mais impactos negativos na quantidade e qualidade de água disponível em nosso planeta?”



Fonte: Autoria Própria.

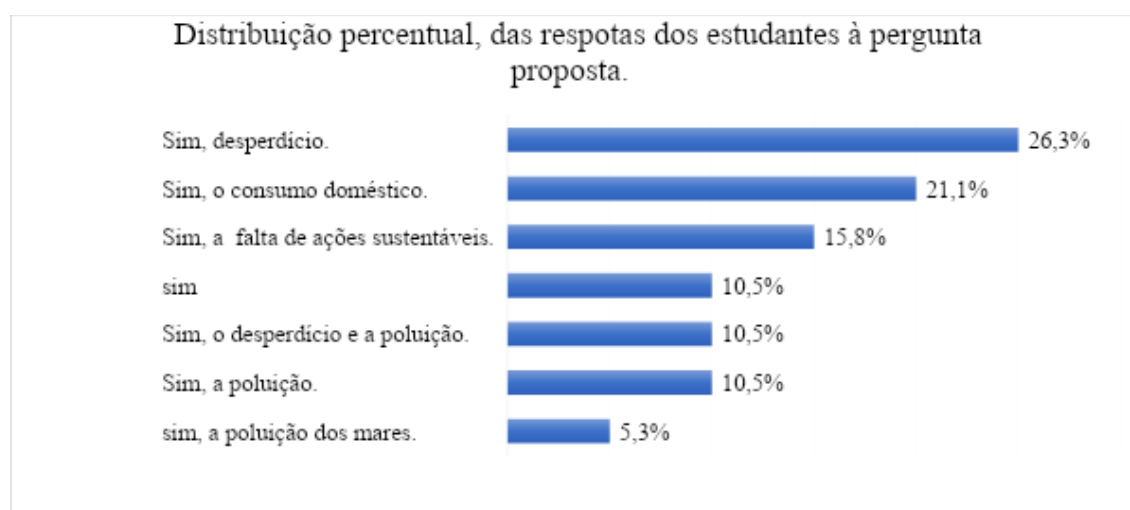
Esse dado nos diz que parte da turma de 1º ano do ensino médio, não diferenciou os ambientes quanto à potabilidade da água doce presente nos rios e ausente nos mares, ou que deu uma maior relevância para a poluição da água dos mares do que da água doce,

como foi o caso da resposta de A1: “A poluição dos mares por exemplo, petróleos e plásticos”.

Desta forma, constatou-se que para uma parcela dos alunos, poluir os mares representava um dano para a preservação dos recursos hídricos equivalente ao dano de poluir os rios. Para outra parcela poluir os mares representa um dano ainda maior do que poluir os rios. Tais resultados evidenciaram uma carência a ser suprida: o desenvolvimento da capacidade de diferenciação entre água doce potável e água do mar.

Quando perguntados se os comportamentos, presentes em nossa rotina diária, afetam a quantidade e qualidade de água disponível, trazendo a problemática para uma perspectiva mais pessoal, de auto análise, todos os alunos responderam que sim, e cerca de metade da turma apontou desperdício e consumo doméstico, como maiores fatores de risco da disponibilidade de água (Figura 3).

Figura 3: Distribuição das respostas dos estudantes à pergunta: “Os comportamentos que temos em nosso dia a dia podem afetar a quantidade/qualidade de água em nosso planeta? Explique.”



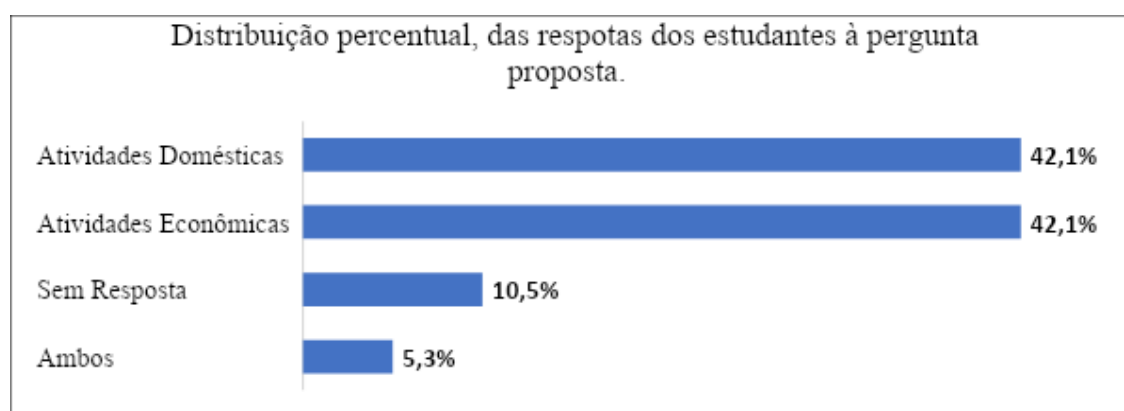
Fonte: autoria própria.

Alguns alunos elencaram tipos de atividades domésticas que poderiam representar riscos para a quantidade e qualidade de água disponível, como foi o caso de A6: “Lavar vasilhas, lavar roupas, etc”. Outros se limitaram ao reconhecimento de que as atividades da nossa rotina causam impactos nos recursos hídricos sem detalhar com maior profundidade, como respondeu A9: “Sim. Diariamente poluímos e desperdiçamos água, causando sérios impactos no planeta”.

Na próxima questão foi perguntado aos alunos qual tipo de atividade antrópica representava maior impacto na disponibilidade de água doce: as atividades econômicas

ou as atividades domésticas. As respostas indicaram que a turma se dividiu entre as duas atividades (Figura 4). Tais números evidenciam que mais da metade da turma (57,9% do total) não conseguiram identificar as atividades econômicas como o principal destino de água doce em nosso planeta. Portanto, foi detectada aqui uma carência a ser suprida no sentido de promover oportunidades de construção de conhecimento que propiciem à turma a enxergar o consumismo, sob a ótica do desgaste por ele provocado na disponibilidade e manutenção dos recursos naturais, sobretudo os recursos hídricos, alvo deste estudo.

Figura 4: Distribuição das respostas dos estudantes à pergunta: “Qual atividade causa maior impacto na disponibilidade de água: as atividades econômicas ou as atividades domésticas?”



Fonte: autoria própria.

Sabe-se que atividades econômicas voltadas para a produção de alimentos, como a agricultura e pecuária, são as responsáveis pela maior parte do consumo de água doce pela civilização moderna. De acordo com o relatório WWAP (*United Nations World Water Assessment Programme*), a agricultura responde por cerca de 70% da utilização de toda água doce disponível para suprimento de demandas da humanidade, 19% é usado para atividades industriais e 12% para municipalidade (FAO, 2018).

Visto isto, ao responderem esta pergunta, os(as) estudantes que apontaram as atividades domésticas, demonstraram um olhar mais particular da questão, levando-se em consideração as experiências que vivenciam em seu dia a dia, deixando de analisar a questão de uma forma ampla:

A3: “Domésticas, pois todos os seres humanos têm necessidade de lavar roupas, louça e a casa em si”;

A16: “No banho, quando lavamos a casa e lavamos o carro”.

A maior parte dos que responderam atividades econômicas não apresentaram justificativa para tal, excetuando-se três estudantes que justificaram:

A7: *“Econômicas, pois limpam os rios”*;

A10: *“As atividades econômicas, é usado muita água para tratamento do gado”*;

A14: *“Econômicas. Agronomia é o que mais consome água”*.

Ao observar a resposta do(a) único(a) estudante que considerou ambas atividades como responsáveis equivalentes pela redução da disponibilidade de água, verifica-se uma tentativa de elaborar um pouco mais a sua resposta, no sentido de tentar equivaler as duas atividades, econômica e doméstica, como de igual impacto na disponibilidade de água, tornando visível o surgimento do IAC raciocínio proporcional:

A4: *“As duas gastam muito, doméstica no uso diário de casa e econômica nas empresas”*.

Buscou-se também, nesta etapa de diagnóstico dos conhecimentos prévios, identificar a relação que os alunos possuíam entre preservação da cobertura vegetal e os impactos disso na qualidade e quantidade de recursos hídricos disponível em nosso planeta, através da seguinte pergunta: *“A presença ou ausência de árvores interfere na qualidade e quantidade de água disponível em nosso planeta?”*. Obteve-se que 57,8% da turma identificou uma relação existente entre os dois fatores, enquanto que 36,8% consideraram que presença ou ausência de árvores não influencia na quantidade e qualidade de água disponível na Terra, outros 5,2% da turma não souberam responder.

Ou seja, mais da metade da turma (57,8%) identificou que impactos são causados nos recursos hídricos em virtude da presença ou ausência de cobertura vegetal. No entanto, as respostas evidenciaram uma carência a ser suprida, a de aprofundamento sobre como as árvores e a biodiversidade vegetal contribuem para a preservação dos corpos d'água, sobre o papel da mata ripária, os tipos de mata ripária e suas funções nos corpos d'água. Tal carência foi percebida nas seguintes respostas:

A2: *“Sim, acho que as árvores podem filtrar”*;

A5: *“Sim acho que as árvores purificam a água”*;

A12: *“Acho que não, por que as árvores não produzem água”*;

A19: *“Sim, as árvores fazem fotossíntese que traz a chuva e sem isso a água estará em falta”*

Fica evidente, nessas falas, uma tentativa de organizar as informações, no sentido de sustentar o reconhecimento dos estudantes sobre a influência existente entre presença de cobertura vegetal e preservação dos recursos hídricos, no entanto, as justificativas apresentadas para garantir essa afirmação não se mostraram suficientemente robustas e conectadas com as problemáticas mais comuns que envolvem desmatamento e o impacto disso nos corpos d'água. Tais problemáticas, figuram-se principalmente como elevação na deposição de sedimentos de solo nos cursos hídricos, alteração nos padrões de precipitação, aumento na vazão da água, em locais desmatados, em épocas de secas e, com isso, diversos impactos socioeconômicos (NÓBREGA, 2014)

O potencial investigativo da turma, bem como as características de investigadores que cada um possuía, também foi alvo de sondagem no diagnóstico inicial dos conhecimentos prévios. Foi perguntado: “Se você observasse um lago/riacho ou rio e percebesse que, neste local, a água apresenta mau cheiro e um aspecto sujo, o que você faria se quisesse confirmar se aquele local está realmente poluído?”.

Nesta sondagem, 57,9% da turma (10 alunos) demonstrou um potencial investigativo em suas respostas ao dizer que buscariam analisar, testar ou observar as características da água para terem certeza de que realmente, esta poderia estar poluída. Já 26,3% (5 alunos) terceirizaram a responsabilidade de investigar para especialistas ou órgãos de denúncia competentes, demonstrando necessidade de recorrer a outras pessoas por uma possível falta de repertório de habilidades que os possibilitasse verificar a situação por conta própria e/ou possível insegurança de tratar do assunto sozinho(a). Outros 15,8% não responderam à questão. Dentre os alunos que demonstraram potencial investigativo, as respostas foram:

A4: “Testaria a água e o pH dela”

A5: “Faria uma pesquisa com água do rio, riacho ou lago”.

A6: “Testaria ela”

A10: “Usaria um método de filtração”;

A11: “Faria teste na água”;

A12: “Medir o pH”;

A13: “Analisaria a água”;

A14: “Fazer testes e analisar”;

A16: “Coletaria a água e faria uma análise para confirmar que ela estava com mau cheiro e aspecto sujo”;

A19: “Fazia uma pesquisa daquela água e via se tinha alguma espécie morta para pesquisar”;

É possível, através destas respostas, identificar um florescer de postura científica, através de elementos percebidos nas falas, tais como: seriação de informações que surgem para estabelecer bases para a ação investigativa de testar a hipótese (SASSERON; CARVALHO, 2008). Tais hipóteses sugeriram uma poluição do ambiente aquático descrito. Já dentre os alunos que optaram por responder que pediriam ajuda a terceiros, as respostas foram:

A1: “Chamaria um especialista ou caso eu mesmo souber faria o procedimento, pegaria um pouco de água e analisaria”;

A7: “Tiraria fotos e mostraria aos responsáveis pelo ambiente”;

A8: “Avisar alguém que poderia fazer algo”;

A9: “Olharia a cor da água ou chamaria alguém para inspecionar”;

A19: “Ligaria para algum responsável sobre para confirmar”.

Complementando a atividade foi apresentada aos alunos uma questão sobre possíveis causas de uma eventual confirmação de poluição naquele rio. A maior parte dos alunos persistiu apontando o descarte irregular de lixo, como causa principal da poluição de rios, demonstrando a propositura de hipóteses. Secundariamente, os alunos apontaram ações humanas como principal causadora dessa possível contaminação, seguido de animais mortos e lixos industriais; lixos e animais mortos e esgoto e lixo, ainda levantando hipóteses explicativas do problema (Figura 5).

Figura 5: Distribuição das respostas dos estudantes à pergunta: “Em caso de confirmação de poluição, o que você acha que poderia estar causando esta poluição neste lago/rio/riacho?”



Fonte: autoria própria

Apesar de as aulas já estarem previamente preparadas, a atividade de diagnóstico dos conhecimentos prévios acima descrita embasou algumas tomadas de decisões e aperfeiçoamentos para aplicação da sequência investigativa e, posteriormente, na construção do produto educacional. Tais tomadas de decisões giraram em torno de quais eram os conhecimentos mais carentes de serem construídos e/ou aprimorados como, a existência de uma dificuldade, por parte da turma, em relacionar desmatamento com redução na qualidade das águas, em ambientes aquáticos, sobretudo nas questões mais genéricas. Identificou-se também uma dificuldade em grande parcela da turma de associar as atividades econômicas como principais demandantes de recursos hídricos para fomento de suas produções. Além disso, foi possível notar que os estudantes pouco relacionaram os hábitos alimentares com o desgaste dos recursos hídricos.

Em seu trabalho, Carvalho (2013), aponta que qualquer conhecimento se origina a partir de um conhecimento anterior, reforçando a relevância da compreensão, por parte do professor, do então estágio de conhecimento dos estudantes, acerca do tema de estudo. Neste sentido, o diagnóstico de conhecimentos prévios demonstrou o ponto de partida e subsidiou um melhor transcurso das próximas etapas da SEI.

A atividade de verificação dos conhecimentos prévios possibilitou ainda a constatação de que a turma possuía elevado potencial de investigação e grande interesse para agir ativamente no desvendamento/resolução de situações problemas apresentados. Tal postura dos estudantes pode ser justificada pelas atividades que a escola tem começado a implementar, buscando desenvolver projetos que os estimulem a realizarem atividades práticas, que demonstrem fenômenos científicos por trás de diversas tecnologias presentes no mundo contemporâneo.

Todas as investigações, desta sequência de ensino, descritas a seguir, foram pensadas para serem aplicadas após uma descrição inicial breve para a turma de como funciona o método científico e as etapas de observação, formação de hipóteses, testagem das hipóteses, confirmação ou refutação das hipóteses e apresentação dos resultados. Neste sentido, buscou-se uma enculturação científica junto a turma, no intuito de incentivar os alunos a assumirem a postura investigativa e atenta ao processo científico.

O objetivo era que após estas investigações, a coleta de dados feita pelos grupos de alunos e a obtenção de conclusões fossem apresentadas para o restante da turma. O intuito foi provocar uma discussão junto a toda a turma e demais professores da

comunidade escolar, sobre as informações finais obtidas, o processo investigativo por trás da obtenção destas inferências finais e a comunicação/divulgação dos dados para que fossem submetidos ao contraditório e a arguições construtivas na etapa final, conforme descrito no decorrer do relato das próximas etapas desta SEI.

Ressaltamos ainda, que buscamos contemplar uma maior abrangência das múltiplas facetas que envolvem o grande tema “degradação dos recursos hídricos”, durante as distintas etapas da presente SEI. Para tal, distintos aspectos de diversas formas de deterioração de tais recursos foram objetos de investigação nesta sequência investigativa, conforme relatado a seguir.

4.2. Segundo Momento da Pesquisa: Aplicação e desenvolvimento da SEI “As árvores protegem os rios?”

Nesta etapa, o foco voltou-se para o estudo e pesquisa de uma das facetas que envolvem o tema “degradação dos recursos hídricos”. Objetivou-se, aqui, a construção de conhecimentos científicos, pelos estudantes, acerca da importância do papel das matas ripárias na preservação dos cursos hídricos de ambientes aquáticos. Esta SEI contou com as fases de problematização, formação de hipóteses, verificação das hipóteses, sistematizações individual e coletiva do conhecimento e construção de arcabouço teórico para subsidiar a posterior socialização dos conhecimentos construídos.

4.2.1. Problematização da investigação

A problematização do tema investigado se deu por meio da discussão sobre a relação entre cobertura vegetal e preservação dos recursos hídricos no intuito de tornar evidente que o desmatamento tem papel preponderante na degradação dos recursos hídricos. Inicialmente, foi proposta uma discussão sobre a influência das árvores sobre o clima da Terra e os alunos puderam relembrar, das discussões anteriores em que se discutiu o efeito do aumento da temperatura no derretimento das geleiras, o que pode influenciar a quantidade de água doce disponível.

Nesta fase inicial da problematização foi possível observar que os estudantes remeteram a uma discussão da aula anterior para fundamentar suas respostas, relacionando o desmatamento ao aumento de temperatura. Um ponto positivo observado foi a fixação de conhecimentos e ideias pertinentes a discussões anteriores, evidenciando o potencial que discussões provocadas por perguntas tem na construção de novos conhecimentos, e também como isso pode acarretar na formação de um senso crítico e no

desenvolvimento de posicionamentos acerca dos assuntos estudados em sala de aula. Além disso, a articulação de informações inicialmente apresentadas com discussões posteriores, evidencia também, o aparecimento do Indicador de Alfabetização Científica (IAC), organização de informações (OI), onde o estudante demonstra “um arranjo de informações novas ou já trabalhadas anteriormente” (CARVALHO, 2016, p. 23).

Para prosseguir com o desenvolvimento da problematização, uma nova pergunta foi levantada, ao buscar-se relacionar a produção de alimentos que comemos com possíveis ameaças às matas ripárias: “Para além desta questão do aumento das temperaturas e derretimento das geleiras, os nossos hábitos alimentares podem interferir na disponibilidade de água. Vocês sabem dizer como?” (Quadro 6).

Quadro 6: Interações entre professor e estudantes acerca da influência dos hábitos alimentares na disponibilidade de água.

Participantes	Interações	Indicadores
A5	<i>As comidas que a gente come vem das fazendas</i>	Classificação de Informações; Explicação.
Professor	<i>Quais comidas?</i>	
A5	<i>Carne, verdura</i>	Seriação de Informações
Professor	<i>Como a produção de alimentos pode envolver a degradação dos recursos hídricos?</i>	
Turma	...	
Professor	<i>Vocês conhecem o papel da mata ciliar?</i>	
Turma	...	
Professor	<i>Quando temos árvores nas margens dos rios, na presença de chuva, estas árvores podem proteger os rios?</i>	
A6	<i>Evita deslizamentos</i>	Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipótese.
Professor	<i>E a produção de alimentos influencia na presença ou não dessas árvores lá?</i>	
Turma	...	
Professor	<i>O problema do desmatamento acontece só na Amazônia, ou também pode acontecer perto da gente, aqui no estado de Goiás?</i>	
A17	<i>Acontece em todos os lugares</i>	Organização de Informações, Classificação de Informações.

Fonte: autoria própria.

Através desta conversa pôde-se perceber que os alunos tiveram uma certa dificuldade inicial em associar a produção de alimentos com a degradação dos recursos hídricos, pelo desmatamento ilegal para produção, e uma dificuldade no reconhecimento do conceito de mata ciliar. Podemos atribuir essa dificuldade, a falta de experiências anteriores, dos estudantes, sobre os assuntos discutidos, como a produção de alimentos. De acordo com Dewey, o fator experiência é constantemente reconstruído e reorganizado, naquilo que podemos compreender como conhecimento:

[...] o processo de reconstrução e reorganização da experiência, pelo qual lhe percebemos mais agudamente o sentido, e com isso nos habilitamos a melhor dirigir o curso de nossas experiências futuras (DEWEY, 1978, p. 17).

No entanto, conseguiram responder parcialmente perguntas relacionando a presença de árvores a contenção de deslizamentos em margens de rios e, ao fazê-lo, apresentando suposições explicativas sobre o tema, configurando o IAC levantamento de hipóteses (SASSERON e CARVALHO, 2008).

Diante disso, outras indagações foram propostas, utilizando-se outros termos, na busca por participação da turma. Ao serem questionados, por exemplo, sobre “quando temos árvores nas margens dos rios e chove, estas árvores podem proteger os rios?” o(a) aluno(a) A6 pôde responder que “evita deslizamentos” realçando novamente o papel do professor mediador nas atividades envolvendo o ensino por investigação e a necessidade de encontrar soluções no curso das aulas, a fim de se contornar situações em que os estudantes não encontram respostas para as perguntas feitas.

Uma análise complementar a questão da falta de experiência trazida anteriormente, que pode explicar a falta de respostas para determinadas perguntas problematizadoras é o reconhecimento dos limites dos conhecimentos dos estudantes e, quando for este o caso, perceber tais limites e buscar formas de superá-los, no âmbito das atividades investigativas. Esse âmbito investigativo pode mostrar-se mais produtor do que insistir em perguntas para as quais os estudantes não possuem arcabouço necessário para responder.

Após as discussões acima descritas, foi realizada a reprodução do documentário “SOS Cerrado” Produzido pela TV Brasil, disponível no youtube. A reprodução deste documentário visou proporcionar aos estudantes o estabelecimento do paralelo entre algumas atividades econômicas e a degradação dos recursos hídricos, muito associada à criação de gado e fabricação de carvão. Foi perceptível que as principais atividades

econômicas que os alunos observaram ao assistirem ao vídeo foram relativas à agropecuária que, de fato, contribuiu significativamente para a derrubada de matas ripárias e de florestas, no geral, para formação de pastagens. Posteriormente, foi iniciada uma discussão acerca das principais informações trazidas pelo documentário (Quadro 7).

Quadro 7: Discussão sobre o impacto de atividades econômicas no desmatamento.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Vimos que algumas atividades com fins econômicos no Cerrado praticam o desmatamento que afeta os recursos hídricos. Que tipos de atividades econômicas vocês identificaram no documentário?</i>	
A6	<i>Agricultura, criação de gado</i>	Seriação de Informações; Organização de Informações.
A19	<i>Fabricação de carvão</i>	Seriação de Informações; Organização de Informações.
Professor	<i>O vídeo mostrou que desde a chegada do colonialismo português no Cerrado mais de 50% das nossas florestas foram derrubadas para atender os interesses econômicos, tornando-se pasto, e algumas áreas caminhando para desertificação.</i>	
A14	<i>Isso para criação de gado, professor?</i>	
Professor	<i>O objetivo aqui não é criminalizar a agropecuária, mas é fundamental uma mudança de postura em que se concilie produção e preservação para haver sustentabilidade. Vocês acompanharam o movimento segunda sem carne?</i>	
A13	<i>Mas a gente já não tá comendo carne porque tá cara.</i>	Raciocínio Lógico.
Professor	<i>É verdade, mas a produção tem aumentado bastante para exportação</i>	

Fonte: autoria própria.

Como na etapa anterior, de levantamento dos conhecimentos prévios, foi identificado um déficit dos alunos que demonstraram dificuldades em associar presença de cobertura vegetal e preservação dos recursos hídricos. Optou-se aqui por realçar as informações do documentário que tratavam do assunto, de modo a fazê-lo num processo dialógico junto a turma.

Complementando as informações apresentadas pelo documentário, foi discutido sobre as características das árvores do Cerrado que estão envolvidas em processos relativos aos ciclos da água. Percebeu-se aqui que os alunos puderam reconhecer a existência de água subterrânea e o percurso dela até ser depositada em lençóis freáticos (Quadro 8).

Quadro 8: Continuidade da discussão sobre o impacto de atividades econômicas no desmatamento.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Vimos que as árvores do Cerrado têm as suas próprias características, que podemos relacionar ao nosso tema de estudo. Quais são essas características?</i>	
A13	<i>As raízes são longas e vai crescendo e nisso faz a água da chuva entrar lá no lençol freático</i>	Organização de informações; Classificação de Informações; Raciocínio Lógico; Raciocínio Proporcional; Explicação; Justificativa.
Professor	<i>E para onde vão as águas desses lençóis e dos aquíferos?</i>	
A20	<i>Vai pra encher as bacias hidrográficas</i>	Organização de Informações; Raciocínio Lógico.
Professor	<i>e depois?</i>	
A20	<i>para os rios</i>	Organização de Informações.
Professor	<i>Você sabe como é que se dá o fluxo de água nos mais diversos ambientes aquáticos?</i>	
A16	<i>Não sei</i>	
A4	<i>Começa da nascente</i>	Organização de Informações; Levantamento de Hipótese.
A16	<i>Ha é, a nascente puxa água dos lençóis freáticos</i>	Organização de Informações; Raciocínio Proporcional.

Fonte: autoria própria

Nas respostas é possível notar que o objetivo de passar este documentário neste momento foi efetivado, principalmente no que diz respeito a assimilação de informações, bem como aptidão em demonstrar aos colegas os conhecimentos construídos. Realça-se aqui um início de associação, por parte de A3, entre as características das árvores presentes no Cerrado com a capacidade que o solo tem de absorver água e alocar nos seus reservatórios subterrâneos.

Foi observada também a construção do entendimento sobre o fluxo da água e os caminhos por ela percorridos, desde os lençóis freáticos até a distribuição para as bacias hidrográficas e as demais ramificações nos cursos d'água. Com tudo isso, é perceptível numa só resposta, o aparecimento de seis indicadores de AC: O primeiro é o de *organização de informações* ao trazer informações do documentário. Depois o de *classificação dessas informações* estabelecendo-se uma ordem hierárquica entre os dados: “água que passa pelo solo, através das raízes longas, alcançando o lençol freático”. O *raciocínio lógico* ao estruturar a ideia exposta através das informações organizadas e classificadas e o *raciocínio proporcional* enquanto articula as variáveis que têm relação entre si formando uma *explicação* que permite o diálogo das informações do vídeo e das hipóteses de que as características das árvores do Cerrado estão relacionadas com o tema de estudo (água). Isso, ancorado em garantias (*justificativa*) trazidas pelo estudante, ao estabelecer uma relação de causalidade entre a profundidade das raízes e a chegada das águas das chuvas, ao lençol freático.

Finalizada a presente conversa com a turma, foi distribuído um roteiro de pesquisa (Apêndice 5) com perguntas investigativas a fim de explorar-se com maior alcance e profundidade aquilo que os alunos puderam, por meio do documentário, construir de novos conhecimentos para subsidiar sua problematização acerca dos efeitos do desmatamento sobre os recursos hídricos (Quadro 9).

Quadro 9: Recorte amostral de respostas dos alunos sobre as atividades econômicas as quais eles mais associam com a degradação dos recursos hídricos

Pergunta 1: Quais as atividades econômicas que se apresentam como grandes responsáveis pela degradação dos recursos hídricos, de acordo com o vídeo?		
Estudante	Interações	Indicadores
A1	“Desmatamento Ambiental, produção de carvão e criação de gado”	Indicadores de Alfabetização Científica (IAC's) Organização de Informações Serição de Informações.
A4	“Agricultura, gado, produção e extração de carvão”	IAC's: Organização de Informações; Serição de Informações.
A5	“Agricultura, Pecuária e Produções”	IAC's: Organização de Informações; Serição de Informações
A7	“Gado, extração de carvão, agricultura”	IAC's: Organização de Informações; Serição de Informações.
A14	“Pecuária, agropecuária, produção de carvão vegetal”	IAC's: Organização de Informações; Serição de Informações

Pergunta 2- Como as árvores no Cerrado contribuem para o abastecimento das reservas de água subterrânea?		
A1	<i>“Já que as raízes das árvores estão diretamente ligadas com as reservas subterrâneas ajudam na manutenção”</i>	IAC's: Raciocínio Proporcional; Levantamento de Hipóteses; Justificativa.
A4	<i>“As águas que acumulam nas folhas das arvores vão para o lençol freático”</i>	IAC: Levantamento de Hipóteses.
A5	<i>“A raiz das árvores sugam a água que vem da chuva e vai para o lençol freático”</i>	IAC's: Organização de informações; Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses.
A7	<i>“As águas que acumulam nas folhas das arvores vão para o lençol freático”</i>	IAC: Levantamento de Hipóteses.
A14	<i>“As raízes absorvem água e armazenam nos lençóis freáticos”</i>	IAC's: Raciocínio Proporcional; Levantamento de Hipóteses.
A19	<i>“pelo fato de suas raízes serem longas e com "destino" diferentes”</i>	IAC: Raciocínio Proporcional; Explicação.

Pergunta 3 - O desmatamento prejudica a preservação dos recursos hídricos?
Explique.

A1	<i>“Sim, pois as árvores ajudam com as reservas subterrâneas e também diminuem a temperatura dos rios graças as sombras”</i>	IAC's: Organização de Informações; Serição de Informações; Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses.
A5	<i>“Sim, pois sem as árvores não tem absorção nos lençóis freáticos”</i>	IAC's: Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses.
A13	<i>“sim, pois as árvores contribuem para a manutenção de lençóis de água”</i>	IAC: Levantamento de Hipóteses.
A14	<i>“Sim, pois a armazenagem de água nos lençóis que transportam para outros lugares é feito pelas árvores”</i>	IAC: Levantamento de Hipóteses.
A19	<i>“Sim pois as matas e águas são a mais importante fonte de equilíbrio que sustenta o cerrado”</i>	
A20	<i>“Sim, com a falta das árvores não tem a distribuição para os rios lagos e etc e com a falta das arvores fica muito mais calor que pode levar a seca”</i>	IAC's: Organização de Informações; Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses; Explicação.

Pergunta 4 - Qual a principal característica de um rio/córrego/lago que tem suas margens preservadas e contribuí para a preservação dos recursos hídricos?

A1	<i>“Ajuda os lençóis da água”</i>	IAC: Raciocínio Proporcional.
A5	<i>“São uma vegetação verde e fértil abrigando vários animais”</i>	IAC's: Classificação de Informações; Raciocínio Lógico; Explicação; Justificativa.
A7	<i>“Pássaros nas árvores; as arvores tem papel em ajudar os rios”</i>	IAC: Levantamento de Hipóteses.

A10	<i>“a água e azul e não tem poluição durante todo o rio”</i>	
A13	<i>“algumas são fechadas”</i>	IAC: Classificação de Informações.
A14	<i>“Provavelmente ele vai ser bastante abastecido e com bastante flora aos redores”</i>	IAC’s: Organização de Informações; Serição de Informações; Raciocínio Lógico.
A16	<i>“Não tem erosão no solo e há árvores presentes”</i>	IAC’s: Raciocínio Lógico; Explicação; Justificativa.
A20	<i>“São “Volumosas” e as águas são mais limpas”</i>	IAC’s: Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional.

Fonte: autoria própria

Através desta atividade constatou-se que os alunos que, na etapa anterior, não conseguiam associar de forma consistente o desmatamento e a degradação dos recursos hídricos, neste momento posterior, através das informações apresentadas no documentário, passaram a reconhecer a vegetação como parte do processo de fluxo da água até os lençóis freáticos. Os estudantes também passaram a reconhecer a cobertura vegetal presente nas margens dos ambientes aquáticos como preponderantes no processo de contenção de erosões e reguladoras da temperatura.

Faz-se necessário entender, aqui, o papel dos documentários e/ou vídeos de entrevistas sobre o tema de estudo em atividades investigativas. Além de trazer informações novas que incitam um olhar mais crítico da turma para o problema abordado, também contribuem com a inserção do(a) aluno(a) no campo de estudo sem que necessite um deslocamento. Através do vasto e rico acervo audiovisual disponível nas mídias digitais é possível tornar mais real o objeto de estudo, enriquecer a dinâmica da aula e estimular o interesse dos alunos para o conteúdo abordado. A apresentação de vídeos documentários em aulas investigativa, com informações reais permitem *“abordar e discutir conceitos, processos e modelos, do ponto de vista dos quadros teóricos constituídos para sustentar diversas áreas do conhecimento”* (ROGÉRIA; VELEZ, 2016)

Fica evidente também, a relevância da escrita manual dos estudantes daquilo que eles puderam desenvolver de criticidade sobre o tema e os novos conhecimentos construídos a partir da acepção do documentário. Quando o estudante passa para o papel os seus objetos de reflexões e constatações, este reforça o seu aprendizado através do exercício de distintas habilidades motoras junto ao esforço intelectual de recorrer à

memória ao recordar-se das informações captadas e inserir nestas um olhar crítico, subjetivo e próprio da situação, com a sua própria interpretação desta, considerando a suas vivências cotidianas e o retrospecto de suas experiências.

Neste sentido, a apresentação do referido documentário e a resposta aos roteiros investigativos, neste momento de problematização do tema investigado, oportunizou a criação de um ambiente propício para o surgimento de hipóteses dos(das) alunos(as), conforme descrito no próximo tópico.

4.2.2- Formação de hipóteses sobre as situações-problema estudadas na investigação “As árvores protegem os rios?”

Diante do obtido nas fases de diagnóstico dos conhecimentos prévios e problematização do tema, nas quais foi identificada a necessidade de reforço para suprimento de lacunas de aprendizado, bem como construção de novos conhecimentos, foi dado seguimento a fase de formação de hipóteses.

Este momento transcorreu de forma dialogada com a turma, por rodas de conversas, lançando mão de ferramentas audiovisuais como a projeção de slides com perguntas problematizadoras e quadros comparativos de situações problemas. Tais análises comparativas visavam proporcionar aos estudantes comportamentos como os de observar, refletir e apresentar suas próprias previsões explicativas da situação visualizada (Figura 6).



Imagem 1¹: Mata Ripária, Rio Parnaíba, Parque Nacional Nascentes do Rio Parnaíba, MA. Imagem 2²: Ambiente aquático degradado sem a presença das matas ripárias nas margens.

Para fazer uma abordagem inicial, foi realizada uma comparação entre dois tipos de ambientes diferentes, através da exposição de imagens e a proposição de perguntas

¹ Acesso em: <https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisionomias.html?start=6>

² Acesso em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2012/05/28/codigo-florestal-governo-facilita-regularizacao-de-pequenos-produtores-1>

problematizadoras. A partir desta iniciativa, visou-se estabelecer uma discussão com um ambiente propício para a construção de novos conhecimentos, a observação investigativa e a obtenção de inferências pós-observação que subsidiaram a formação de hipóteses (Quadro 10).

Quadro 10: Discussão onde são comparados dois tipos de ambientes observados.

Participantes	Interações	IAC
Professor	<i>Qual a diferença destes dois ambientes?</i>	
A17	<i>A cor da água é diferente.</i>	Seriação de Informações; Raciocínio Lógico.
A13	<i>Em um tem água limpa e outro tem água suja.</i>	Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>Qual tem água limpa?</i>	
A13	<i>O que tem árvores</i>	Raciocínio Lógico.
Professor	<i>Pela coloração dá para perceber o que está acontecendo ali?</i>	
A1	<i>É barro</i>	
Professor	<i>Como o barro chegou até ali?</i>	
A1	<i>O gado pisoteia e faz isso</i>	Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>Além disso, o que mais pode estar causando a sujeira?</i>	
A22	<i>A sujeira pode estar vindo do começo da nascente</i>	Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>Mais Alguém?</i>	
A17	<i>Por causa da chuva</i>	Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses.
Professor	<i>E se tiver chovido nos dois lugares, por que em um a água está suja e na outra está limpa?</i>	
A14	<i>Porque em um tem árvores e no outro não e quando vem a chuva, as árvores seguram a terra e aí não cai na água. Onde tem terra fofa sem as árvores cai tudo no rio</i>	Organização de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Lógico; Raciocínio Proporcional. Levantamento de Hipóteses.
Professor	<i>E se tiver algum pesticida ou veneno, neste ambiente sem árvores, ao lado do rio, o que acontece se vir a chuva?</i>	
A22	<i>Arrasta tudo para dentro do rio.</i>	Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses.
Professor	<i>Qual a característica do ambiente 2, que se tivesse no ambiente 1, ajudaria na qualidade daquela água?</i>	

A23	<i>As árvores</i>	Previsão.
Professor	<i>Como?</i>	
A23	<i>Segurando a sujeira, protegendo.</i>	Levantamento de Hipóteses; Previsão, Explicação; Justificativa. .
Professor	<i>O que podemos fazer para deixar o ambiente 2 mais saudável, como o 1?</i>	
A4	<i>Plantar árvores ali</i>	Raciocínio Lógico.

Fonte: autoria própria

Após observação e comparação das imagens, ao responder as proposições do professor/pesquisador os estudantes propuseram suas impressões iniciais buscando apontar previsões de explicações acerca do fenômeno discutido. Ao observarem os dois tipos de ambiente, suas características e composição, houve uma associação entre a água suja e a presença de gado nas redondezas; a chuva e água suja e a hipótese mais elaborada propôs que o desmatamento causou a água suja, deixando a terra mais fofa e propícia de ser levada para a água após ocorrência de chuvas. Tal hipótese foi listada dentre as que seriam verificadas posteriormente.

No próximo slide apresentado à turma (Figura 7), buscou-se investigar as características dos diferentes tipos de mata ripária. Destaca-se aqui uma janela de oportunidade aproveitada, no curso da investigação, para o desenvolvimento de conceitos inerentes ao assunto estudado.

Figura 7: Imagens utilizadas junto às perguntas problematizadoras.



Imagem 1³: fotografia feita em região do município de Catas Altas-MG, retratando a mata de galeria.
Imagem 2⁴: fotografia retratando a mata ciliar.

³ Acesso em: http://labs.icb.ufmg.br/pteridofitas/ptemg_coleta.htm

⁴ Acesso em: <http://projetointegradorifcetaua20174tema4.blogspot.com/2017/11/ciencias-ambientais.html>

Nesta etapa, os alunos responderam de forma descritiva de tal modo a construir um entendimento conceitual que possibilitasse a diferenciação dos dois tipos de mata ripária. Aqui não houve uma busca por hipóteses, mas sim uma iniciativa, por parte dos alunos, de relatar o observado na tentativa de incitá-los desta forma a construírem, por conta própria, a definição de mata ciliar e de mata de galeria.

Assim, é possível perceber o modelo de ensino como investigação enquanto uma metodologia construtivista de ensino-aprendizagem, uma vez que:

No Modelo de Ensino Construtivista o aluno passa a ser visto como um ser ativo e interage com o mundo, aprendendo à medida que o conteúdo lhe traz significados, enquanto o professor passa a ser um mediador da aprendizagem, conduzindo a aula conforme a curiosidade dos alunos (DE OLIVEIRA, TEIXEIRA e MARTINS, 2022, p. 860).

A construção de novos conceitos pôde ser constatada de modo que os estudantes puderam entender o motivo da designação da nomenclatura “mata-ciliar”, o tipo de vegetação nela presente, o distanciamento maior entre as margens do curso d’água, o maior volume de água entre as margens da mata ciliar. Já sobre a mata de galeria, observou-se que os estudantes a descreveram, tal qual seu conceito, como uma mata mais fechada, similar a uma caverna ou arco, com menos volume de água dentre as suas margens (Quadro 11). É necessário ponderar que houve a mediação do professor na designação das terminologias correspondentes para os conceitos descritos pelos estudantes. No entanto, pôde-se notar o protagonismo dos alunos na construção do entendimento estruturante por trás destes conceitos e das terminologias que os nomeiam.

Quadro 11: Análise comparativa entre turma e professor de dois tipos de ambientes, evidenciando-se construções conceituais.

Participantes	Interações	IAC
Professor	<i>Qual a diferença entre estes dois tipos de ambientes limnológicos preservados?</i>	
A22	<i>Um é mata fechada</i>	Classificação de Informações; Raciocínio Lógico.
A13	<i>O outro é mais aberto</i>	Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>Isso significa que são dois tipos diferentes de vegetações, 2 tipos de mata ripária.</i>	
Professor	<i>Os cílios dos nossos olhos têm os cabelinhos voltados para trás.</i>	

	<i>Qual dessas duas matas vocês acham que tem um formato que lembra os cílios?</i>	
A22	<i>A mata 1 parece mais</i>	Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>E a mata 2?</i>	
A3	<i>Parece uma caverna, um arco</i>	Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>Parece uma galeria também, né? Se parece uma galeria, como é o nome dela?</i>	
A3	<i>Mata galeria?</i>	Organização de Informações;
Professor	<i>Isso mesmo. Mata de galeria.</i>	
professor	<i>Os ambientes limnológicos nestes 2 tipos de matas também são diferentes, certo?</i>	
A7	<i>Um tem mais água outro tem menos</i>	Seriação de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional.
professor	<i>em qual tem mais água?</i>	
A2	<i>desse aí que tá mais aberto</i>	Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional
Professor	<i>o da mata ciliar?</i>	
A2	<i>isso</i>	
Professor	<i>Tem mais alguma diferença entre os dois?</i>	
A17	<i>neste que você falou aí, da mata ciliar, o rio é mais largo que o outro</i>	Organização de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>Certo, você tá me dizendo que as margens são mais abertas na mata ciliar. É isso mesmo. Acabamos de definir mata ciliar com essas informações que vocês me falaram. Essas duas matas que aprendemos fazem parte de um grande sistema de florestas, que se chamam o que?</i>	
A1	<i>floresta ripária</i>	Raciocínio Lógico.
Professor	<i>Isso mesmo!</i>	

Fonte: autoria própria

Com esta discussão pôde-se perceber a relevância da exposição de imagens e das tecnologias digitais da informação e comunicação, nos processos de construção do conhecimento e ensino por investigação. O uso de imagens na educação torna o processo pedagógico mais lúdico e prazeroso, favorecendo assim, o interesse dos estudantes

(SARMENTO, 2015). Quando o estudante pode observar com mais minuciosidade o objeto de estudo, através destas imagens, o surgimento de inferências é automático e pode ser considerado uma consequência da soma entre observação pelos alunos e mediação do professor, por meio de perguntas problematizadoras.

Nesta discussão, ficou novamente claro o paralelo existente entre ensino por investigação e abordagens construtivistas em sala de aula. O processo dialógico, presente nas metodologias construtivistas, revela-se de natureza semelhante aos processos presentes no ensino por investigação e, até mesmo, em uma investigação científica propriamente dita. Dentre tais processos, enfatizam-se a observação de um objeto de estudo, a formulação e/ou proposição de perguntas a partir desta observação e o surgimento de respostas que pretendam solucionar a situação-problema proposta.

Posteriormente, buscou-se a abordagem do conceito de serapilheira, através da exposição de slides (Figura 8) e a concomitante proposição de perguntas norteadoras, no intuito de aventar hipóteses dos alunos que buscassem explicar o papel da serapilheira na manutenção dos recursos hídricos.

Figura 8: Projeção de imagem aos estudantes, ilustrando o aspecto da serapilheira aos estudantes.



Créditos da Imagem: Anderson Grapiúna⁵

Nesta fase, uma das hipóteses posteriormente testada foi aventada. Os estudantes A1 e A22 relacionaram as folhas desta matéria orgânica da serapilheira com a contenção da sujeira no momento da chuva (Quadro 12).

Quadro 12: surgimento da hipótese que previa explicação da função da serapilheira.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Em um ambiente limnológico preservado, o solo também é diferente.</i>	

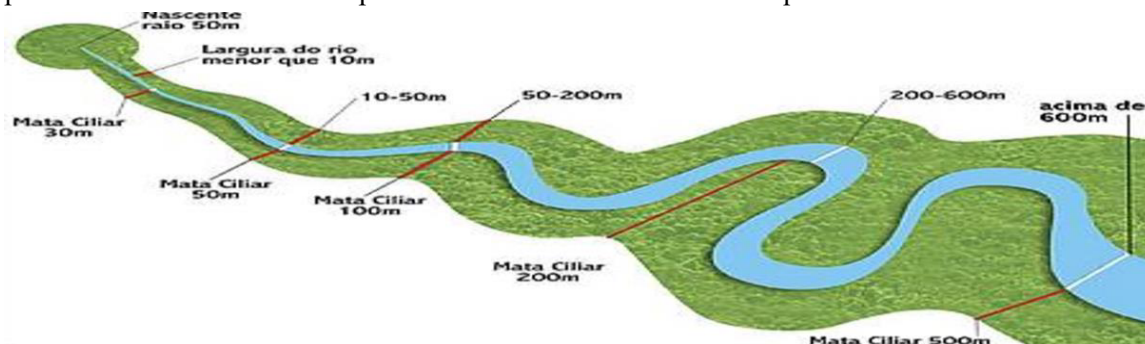
⁵ Acessado em: <http://www.biodersongrapiuna.blogspot.com/2013/09/serrapilheira.html#>

	<i>Nesta imagem vocês visualizam a diferença?</i>	
A17	<i>Onde tem essas árvores ali, o chão tem mais folhas</i>	Organização de Informações; Seriiação de Informações; Raciocínio Lógico; Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>E vocês acham que essas folhas ali, servem para alguma coisa?</i>	
A22	<i>Ajuda a água da chuva a não carregar o barro pra dentro do rio, igual as arvores</i>	Organização de Informações; Raciocínio Proporcional; Levantamento de Hipóteses; Previsão.
Professor	<i>Então o que acontece se não tiver essas árvores ali?</i>	
A1	<i>Se não tiver árvores ali e sem essas folhas a água do rio vai ser muito mais suja.</i>	Organização de Informações; Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses; Previsão.

Fonte: autoria própria

No momento seguinte, buscou-se investigar a densidade florestal das matas ripárias ao longo das margens dos cursos d'água, bem como suas possíveis explicações. Para isso, foi utilizada uma ilustração sobre o assunto (Figura 9).

Figura 9: Ilustração apresentada para a turma na investigação sobre as medidas preconizadas para as densidades de matas ripárias no transcurso de ambientes aquáticos.



Fonte: IAP⁶ (2011 apud Silverio et al., 2011)

Em um momento seguinte a projeção da ilustração, foi iniciada uma discussão sobre onde, no curso d'água, tem mais árvores (Quadro 13).

Quadro 13: Discussão sobre as densidades da mata ripária, no decorrer dos cursos d'água.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Tem mais árvores nos locais mais perto da nascente ou mais distante?</i>	
A14	<i>mais pra frente do rio tem mais árvores</i>	Organização de informações; Raciocínio Proporcional.

⁶ Instituto Ambiental do Paraná – IAP. Projeto ICMS Ecológico. Disponível em www.iap.gov.br.

professor	<i>Por que?</i>	
A22	<i>Na nascente tem menos água então por isso tem menos árvores lá também</i>	Organização de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Lógico;
Professor	<i>E perto das nascentes, onde a distância entre as margens é menor, qual o tipo de mata ali?</i>	
A9	<i>Aquela da galeria</i>	Organização de Informações.

Fonte: autoria própria

Pela resposta de A22, faz-se visível uma explicação complementar a resposta do colega A14, que apontou haver mais árvores à medida em que se avança no curso do rio. A partir desta complementaridade é possível dizer que a cooperatividade entre os estudantes, mediada por perguntas do professor, durante a investigação, mostrou-se um possível facilitador da atividade investigativa proposta.

Para além disso, verifica-se, nesta discussão, uma consolidação de conhecimentos construídos anteriormente. Quando A9 recorda-se da mata de galeria, anteriormente estudada, como sendo aquela que está presente em cursos d'água onde as margens são mais próximas, torna-se visível os efeitos da abordagem investigativa na construção de novos conhecimentos pelos alunos.

Os estudantes também apresentaram suas perspectivas sobre a relevância da biodiversidade vegetal na composição das matas ripárias. Tais apontamentos surgiram em resposta a uma pergunta problematizadora feita pelo professor (Quadro 14).

Quadro 14: Discussão sobre o papel da Biodiversidade na composição de uma mata ripária.

Participantes	Interações	IAC
Professor	<i>Mudas de plantas não nativas, como eucalipto, quando plantadas ali para se passarem por área de preservação, cumprem o papel de proteger os recursos hídricos?</i>	
A13	<i>Não</i>	Raciocínio Lógico;
Professor	<i>Por que?</i>	
A13	<i>Porque ele suga muita água</i>	Justificativa.
Professor	<i>Certo. E o que mais?</i>	
Turma	-	
Professor	<i>Quando vocês vão em uma floresta preservada, lá vocês encontram apenas um tipo de árvore?</i>	

A14	<i>Não. Tem ipê, pequi, manga, caju.</i>	Serição de Informações.
-----	--	-------------------------

Fonte: autoria própria

Nesta discussão, o(a) estudante A13 argumentou que apenas um tipo de árvore como o eucalipto, distribuída nas áreas de preservação dos recursos hídricos, não era suficiente para proteger tal recurso, uma vez que o tipo de árvore apresentado, eucalipto, demandava muita água para sua manutenção e, portanto, na concepção de A13, este fator, é antagônico a proteção dos recursos hídricos demonstrando, assim, uma garantia (justificativa) da assertiva anteriormente proferida.

A14 também participou, sentenciando uma negativa à pergunta sobre haver apenas um tipo de árvore em florestas preservadas e justificando sua sentença seriando informações, ao citar a variedade de biodiversidade vegetal passível de ser encontrada em florestas consideradas preservadas. Neste sentido, infere-se aqui que os estudantes conseguiram identificar, através de previsões baseadas em suas respectivas vivências, a biodiversidade como fator presente em florestas tidas como preservadas. Para além desta identificação, estes conseguiram sustentar suas posições através da citação de exemplos de variedade vegetal em florestas que eles consideram preservadas.

Adiante foi apresentado para a turma, uma imagem de ambiente impactado e foi questionado aos estudantes, se eles consideravam este, um ambiente preservado (Figura 10). A imagem possibilitou-os o exercício da dialética, da retórica e os encorajou a apresentarem-se como contraditórios a ideia inicial, desencadeando uma discussão reflexiva sobre o assunto que tornou possível entender as exceções ao padrão, no que se refere ao entendimento de que a mata ripária preserva os ambientes aquáticos (Quadro 15).

Figura 10: Slide apresentado para a turma com o objetivo de questionar a estes sobre o estado de preservação do local.



Fonte: Gazeta do Povo⁷

Quadro 15: Discussão sobre a situação do ambiente apresentado, onde viu-se a construção de entendimento sobre exceções aos padrões conceituais apresentados.

Participantes	Interações	IAC
Professor	<i>Nessa imagem o ambiente está preservado?</i>	
A2	<i>parece que não, parece ter passado uma enxurrada e levado tudo pro rio</i>	Raciocínio Lógico; Explicação; Justificativa.
Professor	<i>E por que isso aconteceu?</i>	
A22	<i>Tá sem árvore ao redor</i>	Organização de Informações; Levantamento de Hipóteses
A5	<i>No terreno da minha avó tinha árvores, mas veio uma chuva muito forte e acabou derrubando tudo</i>	Raciocínio Lógico; Previsão; Explicação.
Professor	<i>Ela trouxe uma questão importante. Quando acontece eventos cataclísmicos fora do comum, como foi no Rio de Janeiro, nem mesmo a presença de árvores aguenta o volume de água que vem e acaba ocorrendo grandes catástrofes, como pode ter acontecido lá na casa da sua vó.</i>	

Fonte: autoria própria.

Nesta discussão é possível verificar a construção de características investigativas nos estudantes. Enquanto A22 apresentou sua hipótese, que viria a ser testada posteriormente, de que a falta de árvores em volta do ambiente era o motivo do assoreamento visível na imagem, A5 apresentou uma colocação contrária ao conceito que vinha sendo construído sobre a relação direta da presença da mata ripária na preservação

⁷ Acessado em: <https://www.gazetadopovo.com.br/agronegocio/agricultura/operacao-do-crea-busca-melhorar-uso-do-solo-276g7krml6azfu7ui55sf9qj/>

de ambientes aquáticos e seus recursos hídricos. Uma das principais características pretendidas de um(a) investigador(a), nas abordagens investigativas de ensino é o papel protagonista e questionador dos estudantes. Neste sentido cabe citar aqui uma característica do(a) professor(a) mediador que torna possível fazer com que o aluno se sintà à vontade para contrapor-se às suas colocações.

Tal característica pode ser descrita como o recebimento amistoso de uma contraposição dos estudantes, ao que o(a) professor vem buscando construir de conceitos. Quando isso acontece, a réplica dos estudantes investigadores assume potencial de tornar-se uma contribuição ao que vinha sendo ensinado. É o momento em que os estudantes assumem o protagonismo do seu próprio aprendizado, colaborando com o coletivo da sala de aula e acrescentando aquilo que o professor havia preparado para a aula, ainda que de modo a apresentar uma ideia contrária aos conceitos estudados, para que esta seja apreciada por todos e submetida a debates amistosos e construtivos.

No momento seguinte, através de uma outra imagem (Figura 11), foi iniciada uma discussão sobre os impactos causados nos recursos hídricos, decorrentes do desmatamento para ceder lugar às plantações agrícolas.

Figura 11: Figura apresentada sobre o do impacto do desmatamento nos recursos hídricos.



Fonte: Bahia Notícias⁸

Nesta oportunidade, mais hipóteses foram aventadas pelos estudantes, enriquecendo o rol de hipóteses construídas nesta investigação e, assim, ampliando as possibilidades de testagem destas (Quadro 16).

Quadro 16: Discussão, sobre questões do ambiente que originou uma nova hipótese.

⁸ Acessado em: <https://www.bahianoticias.com.br/estado/noticia/66222-sob-ameaca-cantareira-precisa-de-30-mi-de-arvores.html>

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Quais atividades econômicas ameaçam esse ambiente?</i>	
A10	<i>desmatamento para plantação</i>	Organização de Informações; Raciocínio Lógico.
Professor	<i>Quais os danos?</i>	
A10	<i>Acaba a água e desmata.</i>	Organização de Informações; Levantamento de Hipóteses.
A17	<i>Dá pra ver a cor da água tá suja, por causa do desmatamento.</i>	Levantamento de Hipóteses; Explicação; Justificativa.
Professor	<i>Como é que tá essa água?</i>	
A17	<i>Marrom, poluída</i>	Organização de Informações; Serição de Informações.
Professor	<i>O que causa essa água suja?</i>	
A17	<i>Desmatamento, que tira as árvores dali.</i>	Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses; Justificativa.
Professor	<i>O que parece ser essa poluição?</i>	
A17	<i>Barro</i>	Raciocínio Lógico.

Fonte: próprio autor

É possível observar que várias hipóteses surgiram a partir da discussão sobre uma mesma situação problema. Nesta discussão fica evidente também que tais hipóteses surgem após as perguntas realizadas. Desta forma, pudemos perceber a necessidade de consciência sobre a metodologia de ensino por investigação adotada, no momento da aula para discernir entre hipótese e respostas às perguntas feitas. Enquanto responder trata-se da reação a um estímulo inicial, formar hipóteses deve ser entendido sobre uma ótica mais aprofundada, conforme nos traz Trivelato e Tonidandel (2015):

Elas são comumente produzidas na fase de construção de possíveis soluções para um problema. Na ciência, a elaboração de hipóteses ocorre, com frequência, como tentativa de explicação de determinado fato ou fenômeno. Na cultura escolar, os estudantes, ao elaborarem suas hipóteses sobre determinado fenômeno, podem explicitar seus conhecimentos e modelos explicativos sobre o assunto em questão (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015, p. 13).

Para além disso, é preciso reconhecer que a formação de hipóteses dos estudantes, apesar de originais e subjetivas, surgiram após a proposição de perguntas preparadas previamente. A reação dos estudantes às questões propostas pelo professor pesquisador, são tidas como previsões de explicações para o fenômeno observado, ou seja, hipóteses levantadas de cunho pessoal e subjetivo, de acordo com o conhecimento de mundo e vivência que a turma possuía, que foram surgindo na forma de reações às questões problematizadoras propostas pelo professor mediador.

Na academia, muitas pesquisas podem ter cunho próprio dos pesquisadores, originadas a partir da observação que estes fazem do mundo que os cerca, mas baseadas na bagagem teórica, bem como nas suas construções como pesquisador(a). Durante a aplicação deste estudo, foi possível notar que, no ensino básico a falta desta experiência como pesquisadores, por parte dos estudantes, exige do professor mediador ações que estimulem a espontaneidade dos estudantes, que no ensino por investigação são as perguntas norteadoras propostas a partir de cada situação problema estudada.

A última hipótese surgiu em uma resposta única (quadro 17), a partir de uma pergunta questionando se um ambiente apresentado no slide estava ou não protegido (Figura 12). A imagem referida era de um ambiente com presença de vegetação ripária, nas margens de um extenso curso d'água. Neste sentido, a questão possuía a intenção de verificar a consolidação dos conhecimentos construídos ao longo da investigação.

Figura 12: Slide apresentado para a turma, buscando-se verificar a consolidação dos conhecimentos construídos nas discussões anteriores



Fonte: Blog Flora Júnior⁹

Quadro 17: Surgimento de hipótese sobre o papel das árvores na proteção dos recursos hídricos

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Nesta outra foto, o ambiente está protegido ou desprotegido?</i>	
A3	<i>Tá protegido. Quando tem árvores em volta, o rio e a água ficam protegido</i>	Organização de Informações; Raciocínio Proporcional; Levantamento de Hipóteses; Justificativa.

Fonte: autoria própria.

Na fala do(a) estudante A3, percebe-se que este/esta apresentou dois indicadores, antes de apresentar sua hipótese. Inicialmente o/a estudante, através de um arranjo de informações vistas anteriormente, organizou as informações (OI). Como notou-se neste

⁹ Acessado em: <https://www.florajunior.com/post/app-s-e-zonas-riparias>

recorte de fala, estudos mostram que é comum que tal indicador apareça quando o estudante está trabalhando com os dados existentes, sobre o problema investigado, durante a retomada de uma questão já tratada, quando o estudante recorda-se das informações que já possui (SASSERON, 2008).

Para formular sua hipótese este/esta estudante recorreu ao raciocínio proporcional (RP). De acordo com Sasseron (2008, p.67), este indicador (RP) “*dá conta de mostrar o modo que se estrutura o pensamento, além de se referir também à maneira como variáveis têm relações entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas*”.

A hipótese de que o rio estava protegido, foi sustentada com o indicador Justificativa (J) na frase: “*Tá protegido. Quando tem árvores em volta, o rio e a água ficam protegido*”. Tal indicador, demonstrou-se presente por uma associação de dois fatores: o saber construído anteriormente, sobre o papel de proteção das matas ripárias na proteção de cursos d’água e a interpretação dos elementos visualizados na imagem projetada que demonstra um curso d’água límpido, cercado de vegetação.

Diante de todas as hipóteses formuladas pelos estudantes, no âmbito da etapa de problematização e formação de hipóteses desta SEI (as árvores protegem os rios) foi construído, junto aos alunos, uma atividade experimental que fosse possível de ser realizada diante das circunstâncias de espaço e materiais disponíveis para a turma em questão e que contemplasse o máximo possível de hipóteses levantadas pelos estudantes, na forma de uma atividade investigativa.

Para a idealização desta atividade experimental, nos baseamos em Flores et al. (2009) que veem as atividades práticas e experimentais para além da aquisição de habilidades técnicas de pesquisa. Sendo assim, não se trata de mera confirmação daquilo que foi apresentado em aulas expositivas, mas sim uma tentativa de oportunizar aos estudantes uma vivência das etapas de construção do seu conhecimento em que estes se apropriam daquilo que fazem, baseando-se em critérios e normas utilizadas pela Ciência e tomando decisões coletivas (CARVALHO, 2018).

4.2.3. Verificação das Hipóteses no percurso da Investigação “As árvores protegem os Rios?”

A fim de propiciar uma oportunidade onde, os estudantes poderiam colocar em prática o protagonismo que já vinham tendo nas etapas anteriores na forma de

proposições, discussões e construção de hipóteses, foi proposto que quatro grupos construíssem simulações de distintos tipos de ambientes limnológicos: com a presença de vegetação, sem a presença de vegetação, com a presença de serapilheira e um ambiente urbano poluído, inserindo aqui a testagem de uma problemática muito presente das respostas dos estudantes, da poluição. Tais simulações, neste modelo de atividade experimental, tiveram o objetivo de fazer com que os estudantes assumissem a posição de cientistas, que testam as hipóteses aventadas para verificar se estas estão conectadas a realidade ou se não passam de conjecturas refutáveis. Cabe recordar que, dentre as hipóteses levantadas pelos estudantes na etapa anterior, estão:

- As árvores presentes nas proximidades dos cursos hídricos, evitam deposição de sujeira dentro destes ambientes aquáticos em ocasiões como as de chuva.
- Um ambiente aquático sem árvores ao redor, está sujeito a deposição de sujeira em suas águas.
- A serapilheira, oriunda da vegetação das proximidades dos cursos hídricos tem o papel de filtrar a sujeira empurrada pela água da chuva, impedindo que esta sujeira chegue aos ambientes aquáticos.

Desta forma, os estudantes desenvolveram uma atividade experimental, na forma de uma simulação de ambientes aquáticos, na qual puderam obter uma aproximação daquilo que acontece nestes tipos de ambientes e inferir, através da prática científica experimental, suas conclusões a respeito das suas hipóteses iniciais.

Acerca da necessidade da inserção de práticas experimentais e atividades manuais no processo de AC, ressalta-se a importâncias das metodologias e/ou práticas ativas no processo de ensino/aprendizagem acerca de distintos objetos de estudo, conforme nos traz Lorenzetti e Delizoicov (2001):

“O desenvolvimento dos conteúdos procedimentais será de fundamental importância durante a realização das aulas práticas. Observar atentamente o fenômeno em estudo, estabelecer hipóteses, testá-las via experimento, registrar os resultados, permite que os alunos ajam de forma ativa sobre o objeto de estudo, possibilitando uma melhor compreensão do experimento.” (Lorenzetti e Delizoicov, 2001, p.46)

Partindo dessas premissas, a atividade foi iniciada. O professor disponibilizou todos os materiais necessários para confecção dos experimentos, como: garrafas pet, barbante, tesoura sem ponta, terra, água, recortes de grama recém colhida, matéria orgânica de serapilheira, materiais plásticos e de papel que simulasse poluição como

embalagens, tampas de garrafas, etc. Deste modo, buscou-se possibilitar maior tempo destinado ao desenvolvimento de seus respectivos experimentos.

Cada grupo continha representantes formadores de hipóteses, da etapa anterior. As atividades de cada membro do grupo foram divididas e decididas entre os integrantes dos grupos, evidenciando a prática epistêmica e sociais da AC, onde os estudantes trabalharam no sentido de tornar evidente os processos de como se chega a determinado conhecimento, bem como, no caso das dimensões sociais, criaram acordos entre si, durante a distribuição de tarefas.

A confecção dos experimentos (Figura 13), ocorreu no período de aproximadamente uma aula e meia (1 hora e 15 minutos) e, ao final, cada grupo apresentou, na fase de sistematização coletiva dos conhecimentos, seus respectivos trabalhos, simulando a ocorrência de chuva sobre cada maquete produzida. Observou-se proatividade, engajamento, interesse e empolgação de todos os integrantes do grupo na construção do experimento e, principalmente, compreensão de todos acerca daquilo se buscava experimentar com a atividade.

Para além do objetivo de fazer com que os estudantes testassem as suas hipóteses, a realização desta prática experimental teve também como um de seus propósitos, auxiliar a resgatar nos estudantes, a compreensão dos pressupostos de confiabilidade na Ciência, tão questionada no contexto de pandemia de Covid-19. Isto foi feito de modo a oportunizar aos estudantes o contato direto com o método que está por trás da construção de um conhecimento Científico. Foi possível observar ao longo desta atividade a convicção na fala dos estudantes, em seus relatos acerca daquilo que visualizavam acontecer, sobre os seus experimentos.

Figura 13: Confeção dos experimentos realizados por cada grupo.



A – Confeção da simulação de ambiente aquático com as margens preservadas. B- Confeção da simulação de um ambiente preservado, com a presença da serapilheira. C- Confeção da simulação de um ambiente aquático degradado. D: Confeção da simulação de um ambiente urbano poluído.

Fonte: autoria própria.

4.2.4. Sistematização Coletiva dos Conhecimentos da investigação “As árvores protegem os Rios?”

Durante a sistematização coletiva dos conhecimentos (Figura 14), os estudantes conseguiram realizar uma análise dos fenômenos observados, demonstrando satisfatório grau de compreensão sobre a função de proteção das matas ripárias, bem como os impactos gerados pela poluição em ambientes urbanos.

Este tipo de sistematização, tem por intuito, o levantamento dos dados para resolução do problema, a construção de uma justificativa para o fenômeno observado e o exercício da argumentação científica, proporcionando uma explicação causal e a passagem da linguagem cotidiana para a científica (BELLUCO; CARVALHO, 2014).

Figura 14: Execução dos experimentos e apresentação dos fenômenos observados dos distintos



grupos de forma coletiva.

A- Simulação do efeito da chuva em um ambiente aquático degradado, sem a presença de mata ripária. B – Simulação do efeito da chuva em um ambiente preservado, com a presença da serapilheira. C – Simulação do efeito da chuva em um ambiente aquático com as margens preservadas, com a presença de mata ripária. D - Comparação da qualidade da água resultante, após passar por cada experimento.

Fonte: autoria própria.

O grupo 1 demonstrou o efeito da chuva em um ambiente aquático degradado, e discorreu sobre tais efeitos. Durante as falas dos integrantes do grupo nota-se um padrão de ocorrência de indicadores que demonstram a construção de conhecimento, sobre o efeito do desmatamento nos cursos d'água (Quadro 18). Durante o teste de hipóteses, foi percebido através das falas dos estudantes o surgimento do raciocínio lógico, bem como sua utilização pelos estudantes para elaborar na sequência, uma explicação e/ou justificativa, na busca de uma sustentação mais robusta para a corroboração de suas hipóteses iniciais.

Partindo do pressuposto que o raciocínio lógico se relaciona diretamente com a forma como as ideias são desenvolvidas e apresentadas, conforme nos traz Sasseron

(2008), percebe-se, nos trechos abaixo, que este tipo de estruturação do pensamento precede com frequência formulações mais complexas, como Explicações e Justificativas, realçando ainda mais essa busca de sustentação dos argumentos emitidos pelos estudantes.

Quadro 18: Apresentação do grupo 1, demonstrando e discutindo experimento sobre os efeitos da chuva em ambiente sem mata ripária.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Como é o ambiente de vocês?</i>	
A14	<i>É um ambiente sem vegetação</i>	Raciocínio Lógico; Explicação.
Professor	<i>Então vamos ver como ele fica quando chove?</i>	
A17	<i>Bora</i>	
A14	<i>Demonstração</i>	Teste de Hipóteses.
Professor	<i>O que vocês podem observar?</i>	
A13	<i>A água ficou suja</i>	Teste de Hipóteses; Raciocínio Lógico; Explicação.
Professor	<i>Por que?</i>	
A14	<i>Por que não tinha plantas lá para segurar a sujeira de ir com a chuva lá pra baixo</i>	Organização de Informações; Raciocínio Lógico; Explicação; Justificativa.
Professor	<i>Dá pra dizer que este ambiente está degradado?</i>	
A17	<i>sim</i>	

Fonte: autoria própria.

O grupo 2 demonstrou os efeitos da chuva no curso d'água de um ambiente aquático preservado, com a presença de mata ripária (quadro 19). É possível inferir, nesta apresentação, que os estudantes transcenderam as expectativas de aprendizado, ao realizarem observações sobre a confecção do experimento em que apontaram possíveis falhas do experimento que o faziam não representar com exato grau de precisão um ambiente preservado. Deste modo, reforça-se ainda mais a importância da resignificação de eventuais erros dos estudantes, no processo de ensino/aprendizagem, realizando-se uma transição da ideia de que o erro é algo que deva ser eliminado, para uma nova perspectiva onde passa ser tido como algo a ser explorado em suas potencialidades (SILVA e NASSER, 2022).

Nesta oportunidade o(a) próprio(a) estudante (A8) pôde, ao sistematizar coletivamente seu experimento, apontar uma possível falha de construção no seu

experimento e, em seguida, explicou que, por isso, possivelmente o seu experimento não representaria com perfeita fidedignidade um ambiente aquático com margens preservadas, e o seu efeito no curso d'água, mediante ocorrência chuva. Tal previsão veio a se confirmar, na observação do grau de transparência da água, após passar pelo experimento.

Quadro 19: Apresentação e discussão do grupo 2 do experimento sobre os efeitos da chuva em ambientes preservados.

Participantes	Interações	INDICADORES
Professor	<i>Conta pra gente que tipo de ambiente é esse daí</i>	
A3	<i>É um ambiente conservado em que quando a chuva vim vai ser filtrada</i>	Organização de Informações; Serição de Informações; Raciocínio Proporcional; Previsão.
A8	<i>A grama tá um pouco suja e é um pouco diferente das árvores ripárias, então não sei se vai sair limpa</i>	Serição de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Lógico; Justificativa; Previsão.
Professor	<i>Muito bem, como é uma simulação, os elementos do ambiente estão em menor escala. As gramíneas representam a mata ripária e o copo de água na sua mão é a chuva, simula o ambiente real, mas não é idêntico ao real e talvez a água do rio lá na chuva, na natureza, seja um pouco diferente da água que vocês vão ter aqui. Vamos ver?</i>	
A8	<i>Demonstração (Realização do experimento)</i>	Teste de Hipóteses.
Professor	<i>A água ficou mais ou menos limpa que lá no ambiente devastado do outro experimento?</i>	
A23	<i>tá mais limpa</i>	Raciocínio Lógico.
Professor	<i>Tá transparente?</i>	
A8	<i>não é transparente, mas é melhor que o outro</i>	Serição de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional.
A23	<i>Não tem pedaços de terra na água igual o outro</i>	Serição de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>Qual a conclusão que vocês tiram, nesses experimentos?</i>	
A3	<i>As árvores faz o rio ficar mais limpo</i>	Raciocínio Proporcional; Explicação;

		Previsão.
--	--	-----------

Fonte: autoria própria.

Já o grupo 3 realizou a simulação da chuva sob um ambiente preservado, contendo mata ripária, com a presença de serapilheira no solo (Quadro 20). Foi possível observar que os estudantes, nesta apresentação, demonstraram capacidade de identificar os elementos da serapilheira, através do contato direto que tiveram com estes elementos. Demonstraram também a capacidade comparativa com os experimentos anteriores e a obtenção, a partir disso, de conclusões acerca dos seus próprios resultados.

Quadro 20: Apresentação e discussão, pelo grupo 3, do experimento sobre os efeitos da chuva em ambientes preservados.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Qual é o tipo de ambiente de vocês?</i>	
A1	<i>Um ambiente com serapilheira</i>	Organização de Informações; Serição de Informações.
Professor	<i>O que tem lá?</i>	
A9	<i>Folhas, Gramas, galhas das árvores, cascas, flores</i>	Organização de Informações; Serição de Informações.
Professor	<i>Ok, mostra pra gente o que vai acontecer neste ambiente ser vir uma chuva</i>	
A2	<i>Demonstração (Simulação da Chuva)</i>	Teste de Hipóteses.
Professor	<i>Tem diferença com o experimento anterior?</i>	
A2	<i>A água tá menos suja</i>	Raciocínio Proporcional; Explicação.
Professor	<i>Por que?</i>	
A9	<i>Quando a chuva vem em cima das folhas, as folhas meio que filtra a água e vai menos sujeira pro rio</i>	Organização de Informações; Explicação; Justificativa; Previsão.

Fonte: autoria própria.

O grupo 4, que tratou dos efeitos da chuva em ambientes urbanos poluídos, também apresentou desempenho satisfatório à medida em que conseguiram identificar os elementos da poluição, suas consequências nas vias urbanas mediante chuvas e os impactos disso na sociedade e, ao fazê-lo, demonstrando aparecimento de IAC (Quadro 21).

Quadro 21: Apresentação e discussão, pelo grupo 4, do experimento sobre os efeitos da chuva em ambientes urbanos poluídos.

Participantes	Interações	Indicadores
----------------------	-------------------	--------------------

Professor	<i>Qual tipo de ambiente o seu grupo está simulando?</i>	
A11	<i>Uma cidade poluída</i>	Organização de Informações; Classificação de Informações.
Professor	<i>Com o que a cidade está poluída?</i>	
A15	<i>Sacolas, pacotes de lanches, tampinhas</i>	Organização de Informações; Setação de Informações.
Professor	<i>O que acontece com esse lixo nas ruas, que pode prejudicar quando vem a chuva?</i>	
A11	<i>Pode entupir bueiros e aí a água não passa</i>	Raciocínio Lógico; Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>e com isso, quando vem a água da chuva, que é muita, o que ocorre?</i>	
A19	<i>Acontece as enchentes, estraga as ruas, as pessoas podem machucar</i>	Raciocínio Lógico; Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>vamos ver como fica, aí no experimento?</i>	
A15	<i>Demonstração</i>	Teste de Hipóteses.
Professor	<i>O que aconteceu?</i>	
A11	<i>Jogando a água aqui, ela não sai, fica misturado com o lixo</i>	Explicação.

Fonte: autoria própria.

Ao final da demonstração de todos as simulações, ocorreu um breve desfecho da atividade. Nesta oportunidade, o professor pesquisador, diante dos quatro experimentos realizados, realizou uma síntese da atividade listando e descrevendo, com ajuda da turma, a coloração da água resultante de cada um dos tipos de ambientes simulados e reiterando que, apesar dos resultados confirmarem as previsões iniciais, somente foi possível obter certeza acerca disso, após realização da verificação na forma da atividade experimental de simulação realizada.

Após as apresentações e discussões, alguns pontos merecem destaque especial, para nos ajudar a compreender como elementos teóricos naturais de outros nichos de pesquisa dialogam intrinsicamente com a metodologia de ensino por investigação com vistas à AC. Dentre tais elementos, realça-se o impacto do socio-interacionismo de Vygostky nos resultados obtidos. Através de interações e discussões entre sujeitos construídos a partir de diversos contextos socioculturais, com visões e vivências diferentes, pôde-se perceber a construção de novos conhecimentos nestas discussões. É notório o valor do papel do fator social e das relações entre os estudantes, na construção de novos conhecimentos (VYGOSTKY, 2001).

Um segundo elemento, relevante de ser realçado aqui é o papel do professor mediador/facilitador no processo de ensino/aprendizagem, quando se opta por adotar a abordagem investigativa como meio, para que os estudantes construam novos conhecimentos. É incumbência do professor mediador, a criação de um ambiente problematizador em que favoreça o estudante a descobrir o próprio conhecimento, partindo da premissa em que os estudantes são os protagonistas nos diversos momentos em sala de aula (BONFIM; JÚNIOR, 2020).

Durante as apresentações e demonstrações dos experimentos, os estudantes tiveram oportunidade de interagir entre si e com o professor/pesquisador e discutirem as suas análises sobre os experimentos. Através destas interações, pôde-se notar aparecimento de diversos IAC's que evidenciaram o desenvolvimento da AC. Para além destes indicadores, os estudantes demonstraram construção de conhecimentos conceituais como ficou evidente nas falas de A3, A9 e A15 que descreveram os tipos de ambientes, caracterizando-nos.

Por fim, destaca-se o favorecimento da dimensão atitudinal, observado nas falas dos estudantes, durante as apresentações. Através de reflexões críticas como: *“As árvores fazem o rio ficar mais limpo”*, *“Com a poluição das cidades acontece as enchentes, estraga as ruas, as pessoas podem machucar”*, é possível notar o estabelecimento de uma preocupação, com as possíveis consequências de ações antrópicas que, por sua vez, pode a levar a uma reflexão e/ou revisão de suas próprias atitudes. Desenvolver as dimensões conceituais, procedimentais e atitudinais é incumbência dos sistemas de ensino, preconizada pelos documentos curriculares (BRASIL, 1997). Para isso, as atividades investigativas mostram suas potencialidades no sentido de dinamizar a aprendizagem. Ao tornar os processos de ensino mais flexíveis e, por sua vez a aprendizagem mais dinâmica, dentro de uma lógica que é própria das construções científicas, abre-se uma janela de oportunidades para o estabelecimento de saberes de diversas naturezas, proporcionando aos estudantes a construção de capacidades de saber sobre e de saber fazer, ampliando-se para a habilidade de emissão de juízos acerca dos temas estudados, em distintos contextos (BRITO; FIREMAN, 2018).

Através destas apresentações, após demonstrações dos experimentos, deu-se por encerrado a fase de sistematização coletiva dos conhecimentos, do primeiro ciclo de investigações, sobre os impactos da presença ou ausência de mata ripária no estado de qualidade dos recursos hídricos em distintos ambientes limnológicos.

4.2.5. Sistematização Individual do conhecimento da investigação “As árvores protegem os rios?”

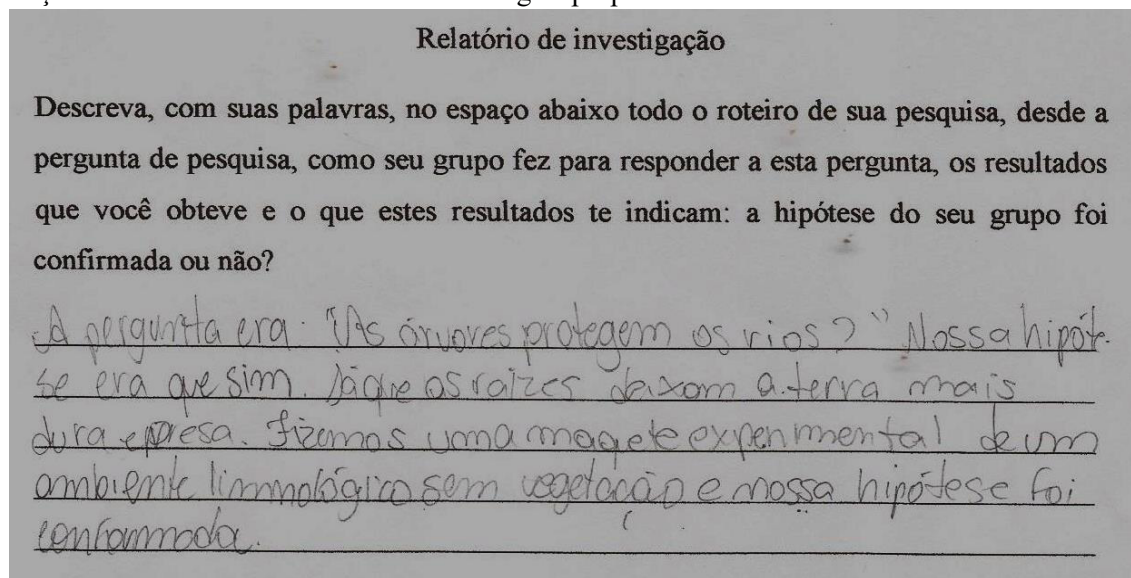
Encerradas as discussões da sistematização coletiva, abriu-se a etapa de sistematização individual do conhecimento, denominada por Carvalho (2013) como a etapa de desenhar e escrever:

Durante a resolução do problema os alunos construíram uma aprendizagem social ao discutir primeiro com seus pares e depois com a classe toda sob a supervisão do professor. É necessário, agora, um período para a aprendizagem individual. O professor deve, nesse momento, pedir que eles escrevam e desenhem sobre o que aprenderam na aula (CARVALHO, 2013, p.13).

Deste modo, foi distribuído para a turma uma atividade contendo duas questões (Apêndice 6). A primeira questão solicitava do(a) estudante uma descrição geral de todas as etapas da pesquisa percorridas por este(a), em uma espécie de relatório. A segunda questão solicitava dois desenhos de ambientes aquáticos: um protegido e o outro degradado.

Nas respostas discursivas (Figuras 15, 16 e 17), foi possível notar que os alunos puderam construir entendimento acerca do método investigativo e, especialmente, do método de pesquisa utilizado nas Ciências. A partir do recorte amostral de respostas abaixo inseridas é possível detectar um padrão nas respostas, o de relato do passo a passo percorrido para se chegar a confirmação ou não de suas hipóteses. Alguns utilizando terminologias próprias a linguagem científica, outros utilizando as suas próprias palavras. É possível ainda, dentro deste padrão detectar categorias de resposta, conforme relatado a seguir, que sinteticamente vão desde a construção de conhecimentos ancorados em indicativos de AC, demonstrando o efeito de atividades experimentais neste tipo de abordagem e, por fim a demonstração da aquisição de uma capacidade de questionar os resultados, incrementando ressalvas as inferências obtidas baseado nas observações e registros do experimento.

Figura 15: Amostra das respostas, do(a) estudante A14, evidenciando desenvolvimento de noções e entendimento acerca de terminologias próprias das Ciências.



Fonte: autoria própria.

A resposta de A14 revela apropriação de terminologias próprias de uma investigação científica. Para além disso, é perceptível o elo que o(a) estudante faz entre os diferentes estágios de sua investigação, não somente descrevendo as etapas percorridas, mas também hierarquizando-as de modo a estabelecer uma relação progressiva entre as suspeições (hipóteses) prévias, a justificativa que dava sustentação para essa hipótese, a forma como ela foi checada, utilizando-se de termos técnicos próprios a linguagem da Ciência e, por fim, emitindo um parecer acerca de sua hipótese inicial. Ou seja, é possível perceber nesta resposta IAC's como Organização de Informações, Raciocínio Lógico, Justificativa e Explicação que tornam evidente o efeito desta SEI, no desenvolvimento da AC deste (desta) estudante.

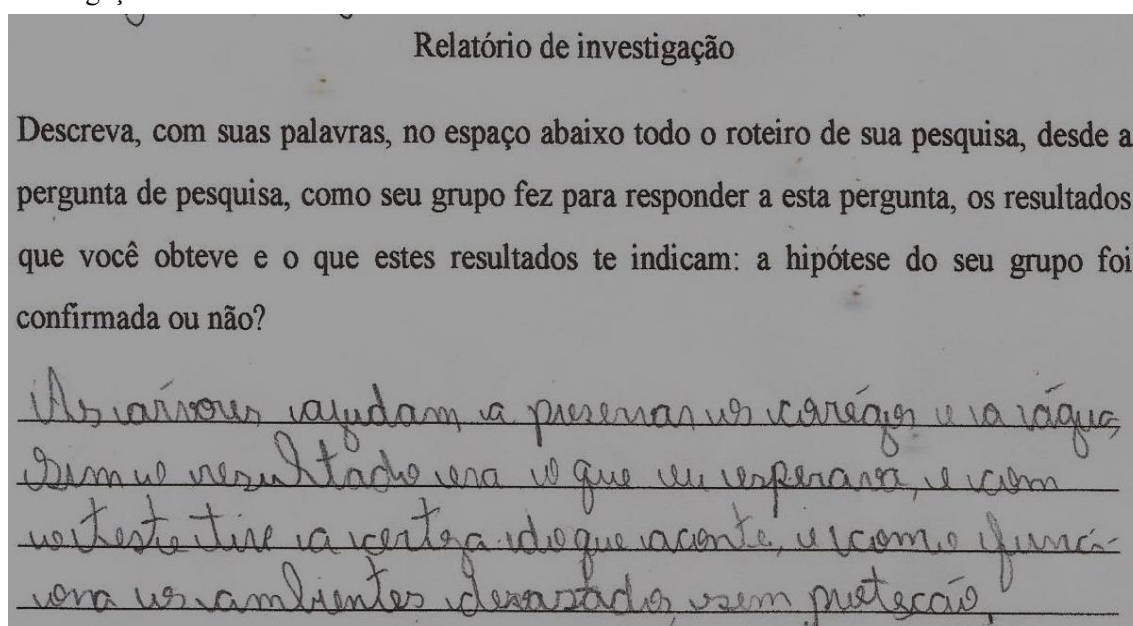
É possível também, inferir o impacto desta apropriação da linguagem própria a Ciência, na forma como o(a) referido estudante interpreta o mundo e interpretam as informações que tem acesso. Neste sentido, Villani e Nascimento (2003), propõem que uma apropriação desta forma linguagem, torna possível o estabelecimento de relações entre elementos estruturantes do conhecimento científico:

A linguagem científica é, portanto, mais que o registro do pensamento científico. Ela possui uma estrutura particular e características específicas, indissociáveis do próprio conhecimento científico, estruturando e dando mobilidade ao próprio pensamento científico. O domínio da linguagem científica é uma competência essencial tanto para a prática da ciência quanto para o seu aprendizado. Neste sentido aprender ciências requer mais que conhecer estes elementos. É necessário que os alunos sejam capazes de estabelecer relações entre tais elementos dentro da grande estrutura que

organiza o conhecimento científico escolar. (VILLANI; NASCIMENTO, 2003, P. 188).

Desta forma percebemos, através da fala do(da) estudante a articulação entre tais elementos, evidenciando traquejo e/ou domínio das distintas etapas da pesquisa realizada. Ou seja, através das discussões entre professor e turma, houve uma construção deste (desta) estudante de linguagem escrita própria à Ciência e emprego desta, no referido relatório de investigação.

Figura 16: Amostra das respostas, do(a) estudante A5, apresentando descrições gerais sobre sua investigação.

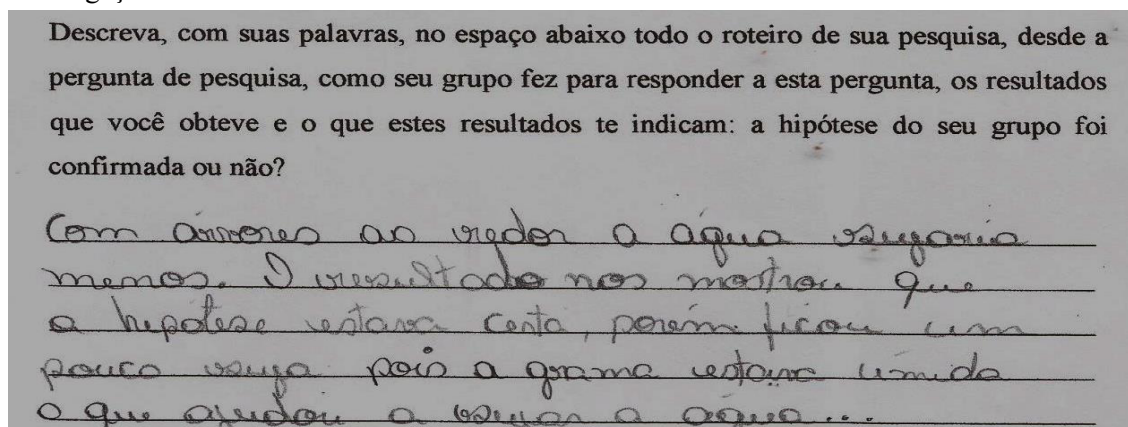


Fonte: autoria própria.

Diante do relatado por A5, é possível constatar a construção de conhecimentos a partir de reflexões desencadeadas no processo de experimentação para testagem de hipóteses. A este respeito, Taha e colaboradores (2016) inferiram em seu estudo que, quando trabalhada de forma problematizadora e no âmbito de uma investigação, as atividades experimentais favorecem discussões que ampliam as possibilidades de construção de conhecimentos de modo que estes possam ser utilizados em outros contextos, pelos estudantes.

Acerca de IAC's evidenciados nesta resposta, é possível observar o Raciocínio Proporcional, que diz respeito à maneira como as variáveis tem relação entre si (SASSERON; CARVALHO, 2008). Neste caso, o estudante esboçou relação entre a confirmação de sua hipótese e o experimento realizado.

Figura 17: Amostra das respostas, do(a) estudante A23, apresentando descrições gerais sobre sua investigação.



Fonte: autoria própria.

Nesta resposta, mais IAC's são trazidos a luz para a discussão. Dentre estes, estão: Organização de Informações, quando o estudante discute sobre o modo como o trabalho foi realizado, Raciocínio Proporcional evidenciando a interdependência das variáveis “água um pouco suja” e “Grama Úmida (Fresca)”; bem como o indicador Previsão, que fica explicitado quando o estudante descreve o fenômeno a partir daquilo que observa.

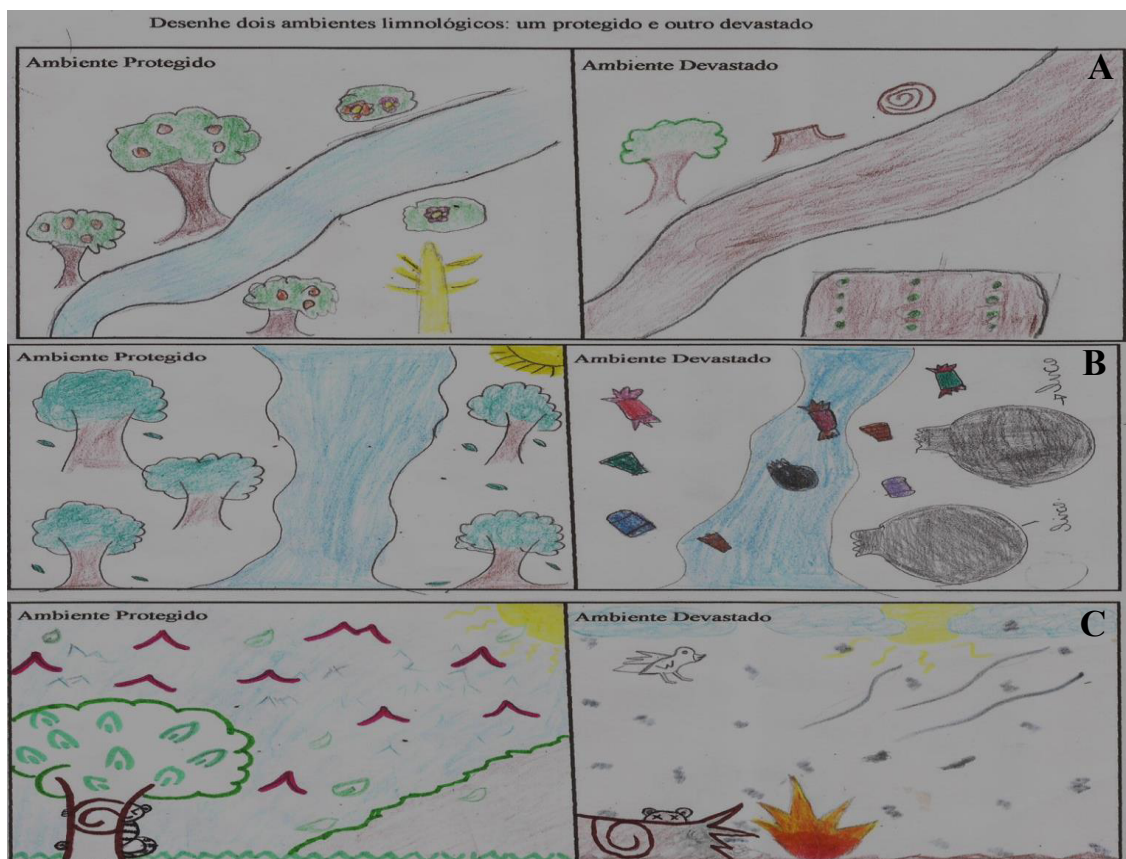
Uma outra atitude detectada nesta atividade de sistematização individual é digna de discussão, neste estudo. Trata-se da atitude de confrontar certos resultados e ter um olhar um pouco mais cético, para aquilo que observa. A partir da resposta de A23, é possível perceber este comportamento através de uma conjunção adversativa complementando a resposta do(a) estudante, quando este(a) conclui que a hipótese foi confirmada, com a ressalva de que por se tratar de um experimento que simula, mas não copia de forma idêntica o ambiente natural retratado, há uma certa discrepância entre resultado observado (água menos suja, porém ainda suja) e, de forma subentendida, aquilo que se esperaria observar no ambiente natural (água límpida).

A partir desta análise, inferimos que a atividade experimental no âmbito de uma investigação em sala de aula favorece a motivação dos estudantes, facilitando a aquisição de importantes atitudes inerentes a uma postura científica:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como ‘projetos de investigação’, favorece fortemente a motivação dos estudantes, fazendo-os adquirir atitudes tais como a curiosidade, desejo de experimentar, acostumar-se a duvidar de certas informações, a confrontar resultados, a obterem profundas mudanças conceituais, metodológicas e atitudinais. (LEWIN; LOMASCÓLO, 1998, p. 148)

Na segunda atividade, de elaboração de desenhos, observou-se que os estudantes conseguiram demonstrar a diferenciação entre ambientes aquáticos protegidos e degradados (Figura 18).

Figura 18: Amostra das respostas dos estudantes, evidenciando a sua perspectiva de diferenciação entre os dois tipos de ambientes.



Fontes: A- Estudante A10; B- Estudante A5; C- Estudante A13.

Visando compreender de que modo os conhecimentos apresentados pelos estudantes se colocam diante do objetivo inicial de proporcionar AC sobre o tema estudado, através da SEI aplicada, trazemos proposições de Sasseron e Carvalho (2008), para aquilo que deve ser tido como eixos estruturantes da AC:

O primeiro dos eixos estruturantes refere-se à **compreensão básica de termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais** e a importância deles reside na necessidade exigida em nossa sociedade de se compreender conceitos-chave como forma de poder entender até mesmo pequenas informações e situações do dia-a-dia. O segundo eixo preocupa-se com a **compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam sua prática**, pois, em nosso cotidiano, sempre nos defrontamos com informações e conjunto de novas circunstâncias que nos exigem reflexões e análises considerando-se o contexto antes de proceder. Deste modo, tendo em mente a forma como as investigações científicas são realizadas, podemos encontrar subsídios para o exame de problemas do dia-a-dia que envolvam conceitos científicos ou conhecimentos advindos deles. O terceiro eixo estruturante da AC

compreende o **entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente** e perpassa pelo reconhecimento de que quase todo fato da vida de alguém tem sido influenciado, de alguma maneira, pelas ciências e tecnologias. Neste sentido, mostra-se fundamental de ser trabalhado quando temos em mente o desejo de um futuro saudável e sustentável para a sociedade e o planeta (SASSERON; CARVALHO, 2008, p.335).

Através dos posicionamentos coletivos dos estudantes, respostas manuscritas individuais, bem como dos desenhos produzidos, conseguimos observar a ocorrência por completo do primeiro eixo estruturante e parcial dos demais. Ou seja, foi possível perceber que os estudantes apresentaram compreensão básica dos termos e conceitos científicos fundamentais, apropriando-se destes para utilizar em distintas etapas da presente SEI. Foi possível perceber a inserção de terminologias próprias do tema estudado, bem como seus conceitos por trás destas, à medida em que os estudantes esboçavam suas respostas na etapa de sistematização individual do conhecimento, por exemplo.

A respeito do segundo eixo estruturante, que trata sobre a compreensão da natureza da Ciência e dos fatores éticos e políticos que circundam a sua prática, consideramos parcialmente alcançado. Os estudantes, de fato demonstraram domínio da prática de pesquisa Científica e se apropriaram do método de fazer Ciência e chegar-se a descobertas de forma empírica. Com relação ao lado ético e político que circundam a prática Científica, consideramos que os estudantes até esboçaram reações no sentido de almejarem mudanças no cenário do desmatamento que leva prejuízos aos recursos hídricos. Contudo, o modo como a pesquisa é feita, nesta área do conhecimento em específico, não gerou temas a serem debatidos no âmbito da aplicação desta SEI.

Já sobre o terceiro eixo estruturante da AC, o entendimento das relações existentes entre Ciência, tecnologia, sociedade e Meio Ambiente, através dos resultados analisados concluímos que os estudantes demonstraram entendimento das relações entre Ciência e Meio Ambiente, uma vez que através da prática Científica puderam chegar a conclusões de que o ambiente estudado sofria degradação por distintas ações antrópicas. De certo modo, por ser a água um recurso inerente a sobrevivência e manutenção da vida na terra e, portanto, que sua preservação interessa a toda a sociedade, temos o indicativo de que os estudantes puderam estabelecer algum tipo de relação Ciência e Sociedade, também. No entanto não há elementos que indiquem que os estudantes conseguiram estabelecer algum tipo de relação entre Ciência e Tecnologia, através desta SEI.

Deste modo, inferimos que a primeira SEI deste estudo pôde favorecer uma considerável aproximação dos estudantes pesquisados com o fazer científico, contribuindo para o processo de estabelecimento da AC, nestes.

4.3. Terceiro momento da pesquisa: aplicação e desenvolvimento da segunda SEI: “Em nossas casas consumimos mais água do que o necessário?” / “Os alimentos que comemos gastam mais água para serem produzidos do que nós, no nosso dia a dia?”

O terceiro momento desta pesquisa, buscou a abordagem de uma outra vertente envolvendo as distintas formas de degradação dos recursos hídricos: a problemática do desperdício doméstico, investigada pelos estudantes através da identificação do quantitativo que cada um consumia em suas casas e a comparação destes dados com o quantitativo indicado como necessário, por órgãos oficiais.

A abordagem deste assunto foi planejada previamente ao início da presente pesquisa e foi reforçada após o diagnóstico dos conhecimentos prévios, onde ficou evidente que grande parte da turma apontou e reiterou esta problemática como uma das principais formas de degradação dos recursos hídricos. Para além disso, levamos em conta que trabalhar com os estudantes as vertentes de degradação dos recursos hídricos que abrangem o consumo de água pela população, bem como os impactos que as atividades econômicas impõem aos recursos hídricos, seria de importância equivalente ao estudo dos impactos do desmatamento sobre os recursos hídricos, como foi feito na SEI anterior e abrangeria o maior espectro possível de abordagem de temas inerentes as distintas formas de degradação dos recursos hídricos.

Acerca do estudo do impacto das atividades econômicas nos recursos hídricos, inserimos nesta segunda SEI uma investigação apendicular a do consumo doméstico. Foi, portanto, aqui inserida a comparação dos dados de cada estudante, entre o seu consumo doméstico e de sua família, com o quantitativo de água utilizado para produção de alimentos consumidos por todos nós, em nosso dia a dia. Decidimos por essa inserção, neste terceiro momento da pesquisa, ao constatar viabilidade de fazê-lo, não afetando o planejamento inicial, por se tratar de uma simples análise comparativa entre dados do consumo doméstico dos estudantes e dados sobre o consumo de água para produção de alimentos. Um outro aspecto que ajudou nesta escolha, de inserir tal investigação aqui, realizada pelo professor/pesquisador/autor, foi considerado ao inferir-se, na fase de

diagnóstico, a evidente lacuna de conhecimentos ainda não construídos relativos à pegada hídrica e os seus impactos na degradação dos recursos hídricos.

4.3.1. Problematização e formação de hipóteses do terceiro momento da pesquisa e aplicação da segunda SEI

Ao problematizar o desperdício de água, buscou-se apresentar aos alunos, através de projeção de slides com imagens, gráficos, mapas e tabelas, dados da ONU referentes ao consumo adequado para atender as necessidades básicas humanas de consumo de água por mês e por dia. A ONU preconiza que 110 litros de água diariamente, distribuídos em diferentes atividades rotineiras, são o suficiente para o suprimento de todas as necessidades básicas de um indivíduo (ONU, 2006).

Desta forma, após apresentados a estes dados, as hipóteses surgiram em resposta a seguinte pergunta problematizadora: “você acham que gastam mais água do que o necessário?” (Quadro 22).

Esta pergunta deu início a problematização desta investigação, formação de hipóteses e provocação de reflexões sobre o quantitativo de água que consumimos e para onde direcionamos este quantitativo, refletindo sobre desperdícios.

Quadro 22: Discussão que embasou a problematização sobre as distintas formas de desperdício de água.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Para descobrir se em nossas casas gastamos mais água que o necessário, queria ver com vocês primeiro o que vocês acham, quais as suas hipóteses sobre isso.</i>	
A1	<i>Mais do que deveria</i>	Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses.
Professor	<i>Dessas atividades aqui no slide (figuras apresentadas), qual a que mais utiliza água?</i>	
A19	<i>Descarga</i>	Raciocínio Lógico
A7	<i>Tomar Banho</i>	Raciocínio Lógico.
A12	<i>Lavar a área</i>	Raciocínio Lógico.
Professor	<i>Olhem esses dados: 57% de todo consumo de água do brasileiro é no banheiro</i>	
Professor	<i>110 litros de água no dia é o que a ONU diz aqui que precisamos para atender a todas nossas necessidades. Vocês acham que consomem mais ou menos que isso?</i>	
A12	<i>Mais</i>	Classificação de Informações;

		Raciocínio Proporcional; Levantamento de Hipóteses.
A20	Mais	Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional; Levantamento de Hipóteses.
A1	<i>Quanto é a média brasileira?</i>	Organização de Informações.
Professor	<i>Vamos ver? Lê pra gente?</i>	
A1	<i>O brasileiro consome 152 litros de água por dia</i>	Organização de Informações; Serição de Informações.
Professor	Então, em média, o brasileiro consome menos ou mais do que o necessário?	
A18	Mais	Classificação de Informações; Explicação.
Professor	Quanto mais?	
A22	Uns 40 litros a mais do que podia	Justificativa.

Fonte: autoria própria.

Com a apresentação de informações quantitativas sobre o assunto, os alunos puderam situar-se acerca do dado que indicava o número de litros suficientes para atender as suas necessidades diárias e, assim, puderam iniciar as comparações com outros dados, como a média de consumo dos brasileiros e também puderam posicionar-se levantando as suas hipóteses primárias sobre os seus próprios quantitativos de consumo doméstico, no sentido de comparar com o quantitativo preconizado pela ONU como necessário para atendimento de todas as demandas humanas diárias.

Portanto, realça-se aqui que o incentivo à análise de dados e simbologias quantitativas, de modo que os estudantes possam interpretá-los e emitirem as suas próprias inferências, sustentando-as assim com garantias (justificativas) científicas, abre caminho para que eles atribuam sentido aos dados, formulando explicações e sintetizando novos conhecimentos (PEDASTE et al., 2016). Os números ajudam os estudantes a ter uma maior clareza da noção do todo e da fatia deste todo a qual o seu objeto de estudo evidencia pertencer. Neste caso os estudantes tiveram contato com a informação de que é 110 litros de água, o quantitativo necessário de água para ser consumido por si durante um dia e começaram a aventar a possibilidade de as suas respectivas fatias de consumo doméstico serem maior do que este total de 110 litros, uma vez que identificaram este quantitativo como inferior ao que eles imaginavam consumir diariamente.

Os estudantes também identificaram e selecionaram informações, nesta discussão, dentre as opções apresentadas, as atividades domésticas que julgavam mais contribuir para o gasto de água, tornando visível o surgimento de indicadores de Alfabetização Científica, como a seriação de informações. Posteriormente (Quadro 23), os alunos

também puderam fazer a mesma identificação de forma espontânea e não estimulada, apontando e explicando as atividades que estes julgavam mais contribuir para o desperdício no ambiente doméstico.

Quadro 23: Discussão em que pôde ser observada a identificação espontânea pelos alunos, de atividades mais suscetíveis a desperdício de água.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Na casa de vocês, quando usamos a água, de que forma vocês acham que desperdiçam?</i>	
A12	<i>Quando lava vasilhas</i>	Seriação de Informações; Raciocínio Lógico.
Professor	<i>No caso de vocês, vocês acham que gastam mais água do que o necessário?</i>	
A23	<i>Acho que sim, porque só no banho eu demoro 40 minutos</i>	Classificação de Informações; Raciocínio Lógico; Levantamento de Hipóteses.
A5	<i>Meu pai consegue tomar banho em 5 minutos, eu não consigo.</i>	Seriação de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Proporcional.
A2	<i>Quem tem piscina gasta muito</i>	Organização de Informações; Seriação de Informações; Raciocínio Lógico;

Fonte: Autoria Própria.

Algumas hipóteses foram trazidas pelos estudantes nesta discussão. Além disso, foi possível perceber o aparecimento indicadores de AC importantes, neste ponto da discussão. Os estudantes hierarquizaram, classificando e organizando informações, os possíveis hábitos que julgaram serem os maiores responsáveis pelo seu estimado consumo de água exagerado. De acordo com Sasseron e Carvalho (2008), quando os estudantes buscam conferir hierarquia às informações, ordenando elementos com os quais está se trabalhando e buscando estabelecer relações entre estes, é possível dizer que estes estudantes estão apresentando o IAC Classificação de Informações. Já quando os estudantes buscam um arranjo para as informações novas ou as já elencadas anteriormente, estes apresentam o IAC Organização de informações (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Posteriormente a esta discussão, foi proposta uma nova reflexão em que os estudantes puderam apontar formas de verificar se gastavam mais ou não que o preconizado pela ONU como necessário (Quadro 24). Neste sentido, realça-se o protagonismo e autonomia dos estudantes, na proposição de formas de se chegar a respostas para situações-problemas construídos ao longo da problematização e formação

de hipóteses, evidenciando o papel das práticas epistêmicas, ou seja, quando um grupo de discussão relaciona práticas sociais com informações de um determinado campo de estudo abrindo, assim, espaço para formular maneiras de se chegar ao encontro de determinados conhecimentos (SILVA, 2015).

Quadro 24: Discussão evidenciando a construção de formas de testagem das hipóteses aventadas.

Participantes	Interações	Indicadores
Professor	<i>Como que a gente faz para descobrir se gastamos mais ou menos do que a ONU apontou como o necessário?</i>	
A14	<i>Tem como ver na conta de água</i>	Organização de Informações;
Professor	<i>Certo. Na conta tem o número de quanto que gastamos de água e já sabemos o quanto a ONU indica como necessário, o que que a gente pode fazer, que tipo de análise pode ser feita pra saber se gastamos mais do que o necessário?</i>	
A14	<i>Uma comparação dos dois</i>	Seriação de Informações;
Professor	<i>Certo. O número que eu tenho na minha conta de água é o número de litros que eu gasto por mês?</i>	
A16	<i>não</i>	
Professor	<i>por que não?</i>	
A16	<i>lá na conta tem o número que a casa toda gastou</i>	Raciocínio Lógico; Explicação.
Professor	<i>Como que eu posso saber então, o quanto que eu gastei, só eu?</i>	
Turma	<i>...</i>	
Professor	<i>Se eu sei o número total de litros que a casa toda gastou e sei quantas pessoas tem na casa, como eu posso fazer pra descobrir o quanto na média cada um gastou?</i>	
A14	<i>Tem que dividir</i>	Raciocínio Proporcional.
Professor	<i>Certo, além disso tem que transformar a unidade de medida lá da conta que tá em metro cúbico, para litros, basta multiplicar por mil. 3 metros cúbicos é 3 mil litros de água, por exemplo.</i>	

Fonte: autoria própria.

Diante da propositura de formas de verificação, daquilo que foi aventado anteriormente como hipóteses, abriu-se caminho para prosseguirmos a próxima etapa, de verificação das hipóteses, que se deu mediante solicitação prévia, do professor, para que se trouxesse na aula seguinte os talões de água em forma física ou digitalizada por

fotografia pelos seus aparelhos celulares, de modo visível e passível de leitura dos dados que foram posteriormente trabalhados na etapa seguinte.

Realçamos aqui que verificar hipóteses não se restringe a práticas experimentais ou atividades laboratoriais. A testagem das hipóteses pode ser tanto por meio da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores (SASSERON; CARVALHO, 2008).

4.3.2. Verificação das Hipóteses

Concluída a etapa de problematização e levantamento de hipóteses, os estudantes dedicaram-se a analisar os dados das contas de água trazidas de suas casas, para o preenchimento do roteiro de pesquisa com análises comparativas, distribuídos ao início da atividade (Apêndice 7).

Para estas comparações o professor listou no quadro os principais dados que seriam utilizados para comparação como: número de litros preconizado pela ONU como o necessário para suprimento de todas as necessidades humanas de higiene e consumo (110 L por dia); média de consumo de água per capita pelos brasileiros (185 L por dia); média de consumo per capita pelos habitantes do Centro Oeste brasileiro (114 L por dia); quantidade de água destinada para a produção de alimentos: 1 kg de carne bovina (17.100 Litros); 1 kg de banana (499 Litros).

Tais dados, referentes ao quantitativo de água destinada para produção de alimentos, embasaram um estudo secundário embutido na investigação principal, o estudo da pegada hídrica. “A pegada hídrica é um indicador do uso da água que permite analisar seu uso de forma direta e indireta para determinada atividade humana” (FERREIRA, 2014).

Através da comparação entre a quantidade de água que toda a família consumia em um mês com o número de litros de água gastos para produzir-se 1 kg de carne bovina, ou 1 kg de banana, por exemplo, objetivou-se a tomada de consciência acerca do impacto causado pelo consumo de determinados tipos de alimentos e, por sua vez, o entendimento do tamanho de suas pegadas hídricas.

Ao início da atividade, percebeu-se uma certa dificuldade inicial na leitura dos dados das contas de água e assimilação necessária para realização dos cálculos de conversão da unidade de medida metro cúbico para litros, bem como produção da média ponderada do consumo de água, nos últimos 3 meses, e o quanto isso significava de gastos em litros de água por dia, para cada membro da casa analisada. No entanto, através da cooperação entre os alunos e assistência do professor no esclarecimento de dúvidas para realização dos cálculos, os alunos puderam chegar aos resultados necessários para uma análise comparativa que traria luz a questão de investigação proposta “gastamos muita água?”.

Após o enfrentamento e a superação das dificuldades iniciais, em suas respostas, os alunos demonstraram compreensão da problemática estudada, desenvolvimento da capacidade de análise comparativa entre o quantitativo de litros de água que cada membro de suas casas gastava e o quantitativo preconizado pela ONU como necessário para suprimento das demandas essenciais dos seres humanos. Desta forma, os estudantes chegaram a distintas conclusões acerca do enquadramento de seus respectivos consumos domésticos como excessivos ou adequados, conforme relatado na etapa seguinte.

4.3.3. Sistematização Individual do Conhecimento da segunda SEI

Devido a turma ser caracterizada pela diversidade de estudantes, cada qual pertencente a um núcleo familiar de tamanho e hábitos de consumo distintos, tal diversidade se refletiu nas respostas de cada estudante, ao preencherem o roteiro de pesquisa distribuído. Neste sentido, observou-se respostas relatando um maior consumo de água e outras respostas apontando menor consumo doméstico do que o quantitativo preconizado pela ONU, como ideal para atendimento das necessidades básicas humanas.

Os estudantes que reconheceram a quantidade de água, consumida per capita em suas casas, como sendo superior ao necessário (Figuras 19 e 20), também identificaram que, apesar de toda a sua família conjuntamente consumir mais do que necessitaria, ainda assim, consomem menos do que a demanda hídrica para produção de itens e produtos reconhecidos como de grande impacto para a pegada hídrica.

Figura 19: Sistematização individual do conhecimento, realizada pelo(a) estudante pesquisado(a) A22, durante o preenchimento de seu roteiro de pesquisa.

$$\begin{array}{r} 24 \\ + 26 \\ \hline 50 \\ + 77 \\ \hline 127 \end{array}$$

1- Qual foi a média de consumo de água da sua casa dos últimos 90 dias? Expresse o resultado em m³ e em Litros.
Em média 25,66 mil Litros de água / 25,66 mil L por mês

2- Quantas pessoas tem na sua casa? Em média quanto cada pessoa consome de água em 30 dias?

$$\frac{77 \frac{13}{2}}{6}$$
5 pessoas / Cada uma gasta 5,20 por mês

3- Quantos litros de água você consome por dia em média?
170 L por dia

4- Considerando que a ONU indica que cada pessoa deve gastar em torno de 3 mil e 300 litros de água por mês e baseado nos seus resultados, você considera que consome mais ou menos água do que o necessário? Por que?
mais. Porque a ONU pede que seja 110 L. Se eu gasta 170 L por dia

5- Você consome mais ou menos água, em relação à média Brasileira e a média do centro Oeste de consumo de água?
mais

Fonte: estudante A22

Figura 20: Segunda etapa da sistematização individual do conhecimento, realizada pelo(a) estudante pesquisado(a) A22.

6- Em relação a Pegada Hídrica Responda:

a- O que gasta mais água: Toda a sua família em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?
a produção de 1kg de carne

b- O que gasta mais água: Você em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?
em 1kg de carne

c- O que gasta mais água: você durante 30 dias ou a produção de 1 kg de banana?
mais do que 1kg de Banana

7- Quais hábitos você julga que são os mais importantes para serem tomados, com o objetivo de ter um consumo de água melhor?
fechar a torneira quando estiver escovando os dentes, não demorar no banho, deixar por 10 minutos no fim de semana

Fonte: estudante A22

As proposições neste sentido, relativas a pegada hídrica, se deram de modo a estimular a comparação entre a quantidade de água gasta por todos os membros

conjuntamente da casa do(a) estudante durante 1 mês, bem como de cada membro da casa individualmente, com o número de litros de água consumidos para produção de 1 kg de carne bovina e 1 kg de banana.

Para exemplificar, neste caso da atividade acima referida, nas figuras mencionadas, o(a) estudante A22 inferiu que toda a sua família composta por 5 pessoas consome conjuntamente 25,6 mil Litros de água mensalmente e 5.120 Litros individualmente. Portanto, acima do preconizado como necessário pela ONU, evidenciando o reconhecimento de um certo exagero no consumo. Nesta mesma análise, o(a) referido(a) estudante explicou o porquê de sua resposta, articulando os dados disponíveis. Neste sentido, Sasseron (2008) aponta que as explicações surgem quando se busca associar informações disponíveis e hipóteses já levantadas demonstrando, assim, uma inferência que resultou de confronto entre hipóteses e observação dos dados.

Este mesmo estudante, constatou que, individualmente, no transcurso de um mês completo não consome mais do que o consumido para produção de 1 kg de carne bovina, porém, que toda sua família junta consome sim, o referente quantitativo. Ao comparar com alimentos de origem vegetal, como a banana, o estudante reconheceu a inferioridade da dimensão da pegada hídrica deste alimento, de tal modo a identificá-lo como produto que exige menos água para ser produzido, em relação ao que o(a) estudante consumiu durante 30 dias.

Quanto às respostas, no sentido de identificar a quantidade, em litros, consumida por cada estudante, no período de 1 dia, 12 estudantes identificaram seus respectivos volumes consumidos em respostas que oscilaram entre 49 litros e 217 litros (quadro 25). Ao justificarem seus gastos, na realização da atividade, sob acompanhamento do professor, os estudantes emitiram inferências como “*Demoro muito tempo no chuveiro*”, “*lá em casa tem um poço*”, demonstrando desta forma que recorreram a relações causais na estruturação de sua resposta, indicando proposições explicativas ao quantitativo de consumo doméstico de água. É possível caracterizar tais respostas como explicações, uma vez que elas aprofundam o conhecimento sobre determinado fenômeno através de paralelos estabelecidos de causa e efeito (OSBORNE e PATTERSON, 2011; TOULMIN, 2006).

É possível, assim, verificar que houve relação direta e indireta entre as possíveis causas do quantitativo identificado pelos alunos, com explicações que dialogavam com a

problemática, como foi o apontamento relativo ao tempo gasto no banho e também no sentido oposto, na tentativa de explicar os motivos de gastar-se tão pouco em suas casas, como foi o apontamento mencionando o poço. Além disso, destaca-se indicadores notados nas respostas desta questão, como: Organização e Classificação de Informações, Raciocínio Lógico e Explicação.

Quadro 25: Respostas, na íntegra, retirada das atividades respondidas pelos estudantes, referente a questão 3.

Estudante	Respostas
A2	<i>150 litros por dia</i>
A3	<i>70 litros</i>
A5	<i>86,3 L</i>
A6	<i>49 L</i>
A10	<i>116 L por dia</i>
A12	<i>170,6 litros de água por pessoa</i>
A14	<i>106 L</i>
A17	<i>217 L</i>
A18	<i>84,43 litros por dia</i>
A21	<i>170,6 litros de água por pessoa</i>
A22	<i>170 L por dia</i>
A23	<i>Consome em média 77 litros de água</i>

Fonte: autoria própria.

Na análise comparativa, realizada pelos estudantes, ao responderem a questão investigativa n° 4 “Questão 4: "Considerando que a ONU indica que cada pessoa deve gastar em torno de 3 mil e 300 litros de água por mês e baseado nos seus resultados, você considera que consome mais ou menos água que o necessário?”; Obteve-se que: 50% dos estudantes que responderam apontaram que consomem mais que a quantidade necessária enquanto que, a outra metade, concluiu, através dos cálculos, gastar menos que o necessário.

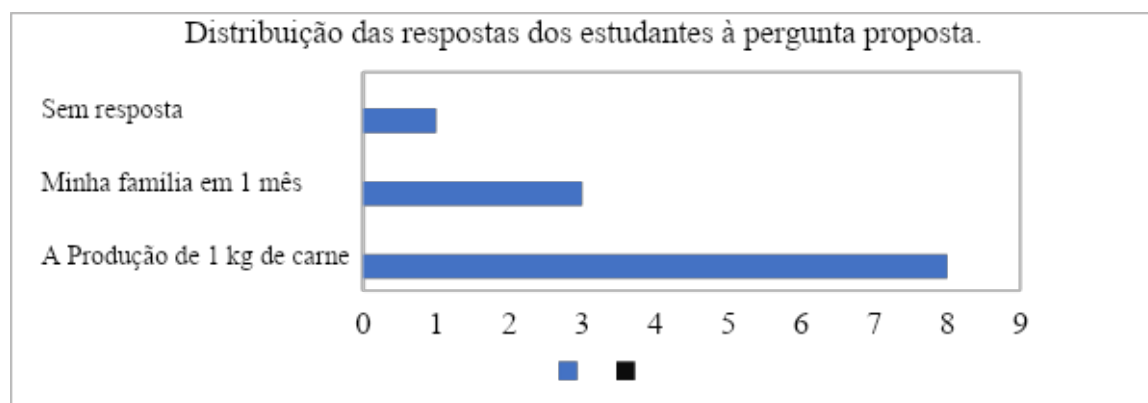
Destaca-se, nesta questão 4, a compreensão alcançada pelos estudantes acerca do método empregado para chegar-se à resposta da pergunta investigativa proposta “Gastamos muita água?”. Primeiro houve a identificação pelos estudantes do dado referente ao quantitativo necessário de água a ser gasta, posteriormente observa-se superação das dificuldades na etapa inicial de realização dos cálculos, seguido de êxito nas inferências pós-comparativas realizadas pelos estudantes, realçando que estes puderam compreender o caminho a ser percorrido para chegar-se à solução do problema. Neste sentido, realçamos a convergência com a dimensão multidimensional da Alfabetização Científica, trazida por Sessa e colaboradores (2019), que: “estende-se para

além de vocabulário, preocupa-se com a apropriação de esquemas conceituais e métodos processuais, incluindo compreensões sobre Ciência” (SESSA et al., 2019).

Nesta mesma investigação, foi proposta uma análise comparativa entre o consumo de água por cada aluno em 30 dias e o consumo de sua família no mesmo período com a quantidade de água gasta para produção de 1 kg de carne bovina. Tal análise foi proposta, nesta investigação, visando-se uma inserção do assunto “pegada hídrica” nas distintas investigações acerca das formas de degradação dos recursos hídricos, visto que os tipos de alimentos consumidos pela sociedade são um dos principais fatores de impacto no desgaste dos recursos hídricos (CANTELLE, LIMA e BORGES, 2018). Neste sentido, mostrava-se necessário a construção deste entendimento pelos estudantes. A maneira encontrada para tal foi inserindo a comparação acima descrita, neste roteiro investigativo.

Ao compararem a quantidade de água (17.100 L) gasta para a produção de 1 kg de carne bovina com o quantitativo de água gasto por toda a família de cada estudante, os resultados obtidos, através das respostas dos estudantes, revelam o entendimento que estes puderam construir acerca da questão (Figura 21).

Figura 21: Respostas dos estudantes à pergunta: “Em relação à pegada hídrica, o que gasta mais água: Toda a sua família em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?”



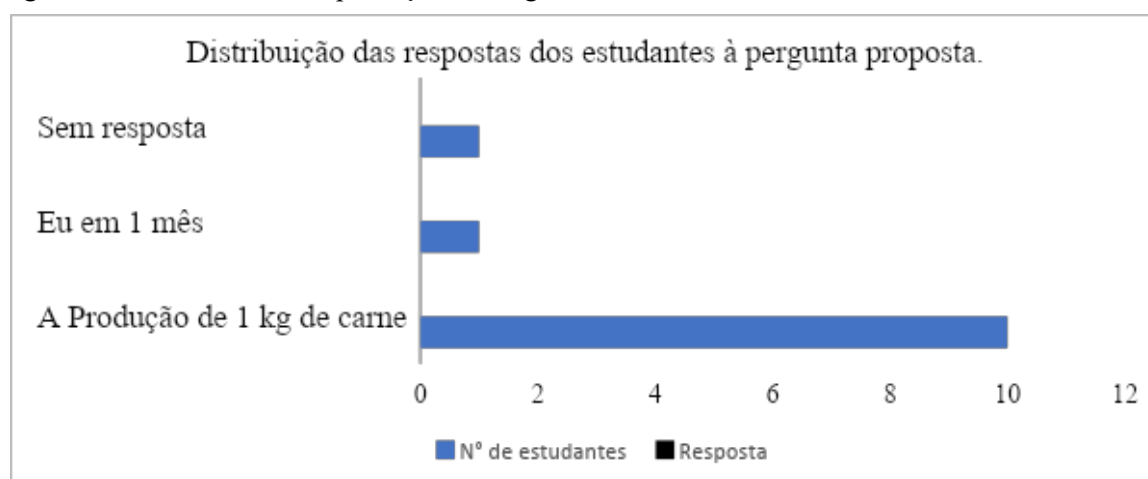
Fonte: autoria própria.

Ao analisarem esta questão, de forma coletiva, considerando todo o consumo de suas respectivas casas com todos os membros, os estudantes compararam um dado inerente a sua realidade, o quanto todos em sua casa gastam por mês de água, com algo distante de suas realidades que, porém, à primeira vista não se presume uma ordem de grandeza do quantitativo gasto tão elevada ao ponto de superar o dado anterior, mais próximo de seus cotidianos.

Diante desta perspectiva, após realizarem os cálculos e compararem os dados, a maior parte da turma (66%), como esboçado na figura acima, identificou a produção de 1 kg de carne bovina como fator de maior impacto no consumo dos recursos hídricos, do que o consumo de toda a sua família, conjuntamente, em 30 dias. Este reconhecimento abriu caminho para situar os estudantes sobre a ordem de grandeza do impacto gerado, pela produção de alimentos, no desgaste dos recursos hídricos. Tal constatação, faz-se visível nas respostas discursivas dos alunos, discutidas adiante.

Antes disso, os estudantes também compararam os seus respectivos consumos de água individuais mensais com a quantia de 17.100 L consumidos para produção de 1 kg de carne bovina (Figura 22). Tal análise tornou mais nítida a constatação de que os estudantes construíram entendimento acerca do impacto da produção alimentícia no desgaste dos recursos hídricos.

Figura 22: Respostas dos estudantes à pergunta: “Em relação à pegada hídrica, o que gasta mais água: você em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?”



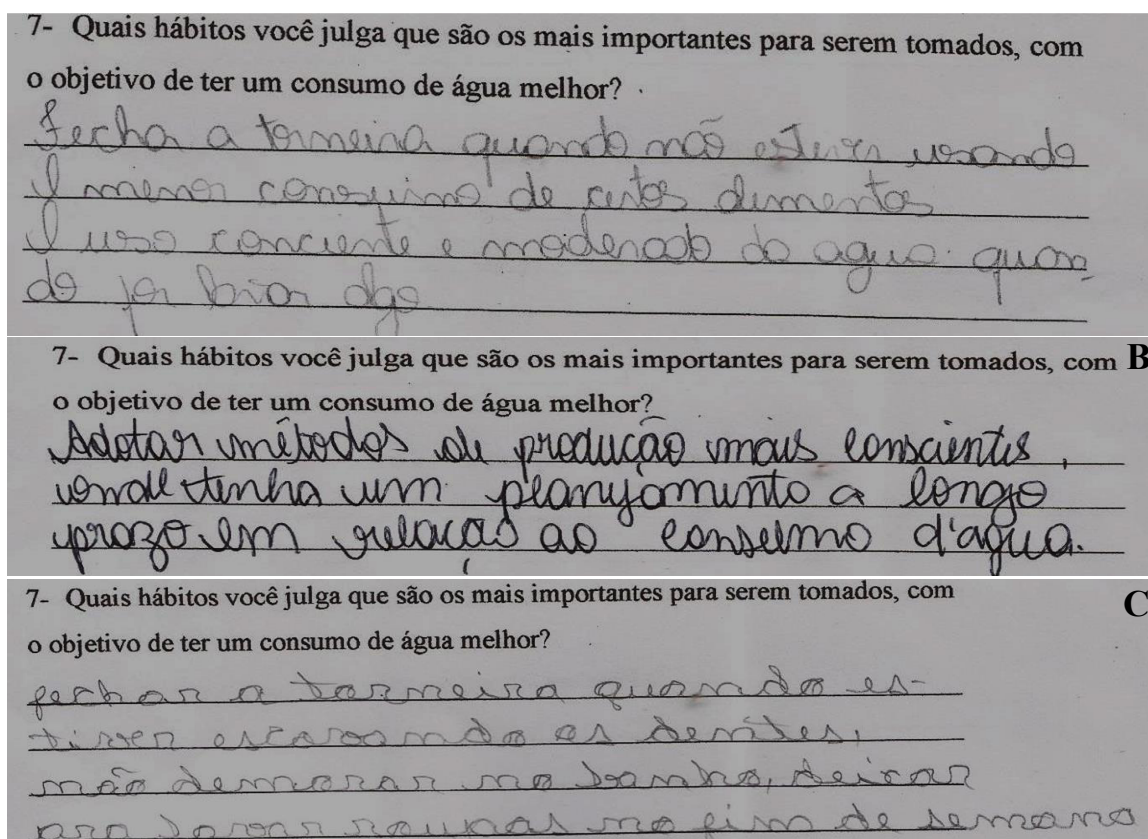
Fonte: autoria própria.

Observa-se que apenas um dos 12 estudantes que participaram desta etapa, identificou, erroneamente, o seu próprio consumo como superior a quantia de 17.100 L gastos para produção de 1kg de carne, evidenciando uma parcela minoritária que encontrou dificuldade na análise comparativa e cálculos realizados. Um(a) outro(a) estudante, por motivo injustificado não preencheu a resposta. Ressalvando-se tais dificuldades desta parcela de estudantes, os demais 83% responderam identificando a quantia de água gasta para produzir 1 kg de carne acima da quantia gasta por si próprio(a), no período de 30 dias, em casa.

Diante de tais resultados faz-se necessário reforçar a utilização de análises de dados por meios de cálculos e/ou modelos matemáticos como um instrumento viável para legitimação de hipóteses, em SEI's que visam a AC. Para além disso, os modelos matemáticos podem ainda ser tidos como o ponto de ligação entre informações compreendidas pelo indivíduo e ação acerca de sua realidade (D'AMBROSIO, 1986).

Ao prosseguirem com a atividade, quando perguntados sobre os hábitos que julgavam necessários de serem adotados para melhorarem os seus respectivos consumos da água, as respostas variaram passando por economia nos afazeres domésticos até um apontamento da necessidade de repensar o consumo de certos alimentos (Figura 23).

Figura 23: Resposta dos(as) estudantes evidenciando o aparecimento do censo de necessidade de consumir moderadamente a água e repensar o consumo de determinados alimentos.



Fonte: A- estudante: A3; B- Estudante: A14; C- Estudante: A17

Os apontamentos feitos pelos estudantes, nas respostas discursivas desta questão dissertativa, tornam visível a relação feita por estes alimentos impactantes na pegada hídrica e o desgaste deste recurso. Possibilita, ainda, observar que os estudantes conseguiram identificar, em suas rotinas, nas suas casas, formas distintas de utilizar a água a fim de tornar o uso deste recurso mais consciente. Até mesmo os estudantes que

se identificaram dentro do consumo adequado, de 110 L de água por dia, apontaram hábitos de consumo da água que podem ser melhorados.

A partir destas respostas é possível inferir que, através da atividade de legitimação de hipóteses, proposta nesta SEI, os estudantes obtiveram dados, que os possibilitaram estabelecer relações causais com os resultados de seus hábitos diários, em consonância com pesquisas na área que apontam o ensino por investigação como instrumento facilitador da postura ativa e reflexiva dos estudantes, no processo de construção dos conhecimentos:

[...]utilizar atividades investigativas como ponto de partida para desenvolver a compreensão de conceitos é uma forma de levar o aluno a participar de seu processo de aprendizagem, sair de uma postura passiva e começar a perceber e agir sobre o seu objeto de estudo, relacionando o objeto com acontecimentos e buscando as causas dessa relação, procurando, portanto, uma explicação causal para o resultado de suas ações e/ou interações (AZEVEDO, 2004, p. 22).

Com a conclusão desta atividade, deu-se por encerrada a sistematização individual do conhecimento e, do mesmo modo a aplicação da segunda SEI, desta pesquisa. Cabe ressaltar que a sistematização coletiva desta SEI se deu durante todo o curso desta etapa de investigação, através das rodas de conversa, anteriormente descritas, onde foi possível discutir os resultados obtidos e a interpretação destes por parte dos estudantes e discussão conjunta entre turma e professor pesquisador. Desta forma, a próxima etapa descrita, trata-se do quarto momento desta pesquisa, a socialização dos conhecimentos construídos pelos estudantes resultantes das experiências oportunizadas pelas investigações durante as duas SEI's, desta pesquisa.

4.4. Quarto Momento da pesquisa: Socialização dos Conhecimentos

Na etapa de socialização do conhecimento, os estudantes apresentaram os seus trabalhos, através de cartazes produzidos onde esquematizaram e ilustraram todas as etapas de investigações que estes percorreram, nas investigações sobre as distintas formas de degradação dos recursos hídricos. Buscamos, neste momento de pesquisa compreender melhor como os estudantes comunicavam os seus achados no contexto de uma atividade investigativa.

Como a Ciência pode ser considerada como uma construção argumentativa, cujas evidências empíricas coletadas no curso da pesquisa servem de suporte para afirmações, a comunicação dos resultados faz-se, deste modo, uma dimensão essencial (LORENZON, 2018). A dimensão social, tal como a arguição e aceitabilidade pelos pares, faz do

conhecimento Científico algo que possa ser verificado e não apenas mero fruto de construções (opiniões) subjetivas próprias, garantindo a cientificidade das formas de saber (KUHN, 2001; WADE, 2014).

Para desenvolvimento deste momento de socialização, foram pensadas duas fases: do preparo do material de apresentação das investigações realizadas, durante toda a SEI e posteriormente a fase de apresentação e discussão dos estudantes com os pares, propriamente dita. O intuito principal deste quarto momento foi o de inculcar, na prática investigativa dos estudantes, o hábito de comunicar os resultados de suas pesquisas, tal como é realizado na prática científica. Esta demanda pela comunicação pode ser compreendida, à medida em que os sujeitos envolvidos no processo de construção do conhecimento são reconhecidos como seres sociais. Neste sentido a expressão comunicativa deve ser reconhecida como importante da sociabilidade, ao passo que promove a criação de vínculos, sendo indispensável para que os estudantes se efetivem como ser social (VYGOTSKY, 2001).

Apenas fazer, ou seja, realizar atividades práticas e/ou experimentais, não é o suficiente para que os estudantes desenvolvam conhecimentos sobre Ciências (OSBORNE, 2016; SCARPA; CAMPOS, 2018). Faz-se necessário também que haja reflexões e discussões sobre estas práticas, visando promover:

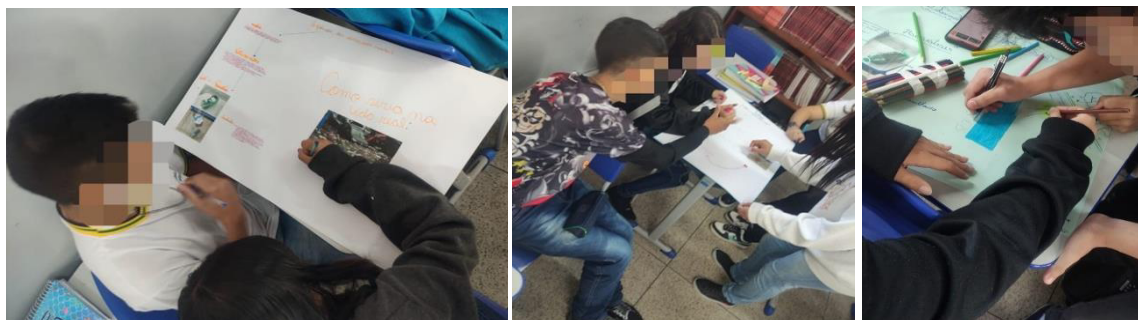
oportunidades para compreender o que conta como evidência, o papel dessas evidências na construção de explicações, como definir os critérios para considerar certas explicações melhores do que outras, quais as limitações das explicações, enfim, para compreender como os cientistas agem para conferir confiabilidade e credibilidade aos conhecimentos produzidos (SCARPA; CAMPOS, 2018, p.33).

Dito isto, cabe explicar aqui como se deu a atividade, com maior minúcia. A primeira fase foi a de confecção de cartazes, em grupos, onde os estudantes buscaram reunir as principais informações acerca de um momento de investigação distinto (figura 24). Com o intuito de evitar apresentações repetidas e ampliar a diversidade de investigações abordadas nas apresentações, o professor sorteou a apresentação de etapas diferentes das investigações para serem apresentadas por distintos grupos, percorrendo os resultados obtidos no decorrer das duas SEI's.

A turma foi separada em nove grupos distintos, cada qual composto por dois a três estudantes, em média, que se encarregaram de confeccionar os cartazes, contendo

esquemas e ilustrações que sintetizaram suas apresentações. Do mesmo modo, na fase seguinte os mesmos integrantes dos respectivos grupos debateram entre turma e convidados os seus achados.

Figura 24: Elaboração de cartazes, a serem apresentados pelos diversos grupos de estudantes, sobre um momento distinto das investigações.



Fonte: autoria própria.

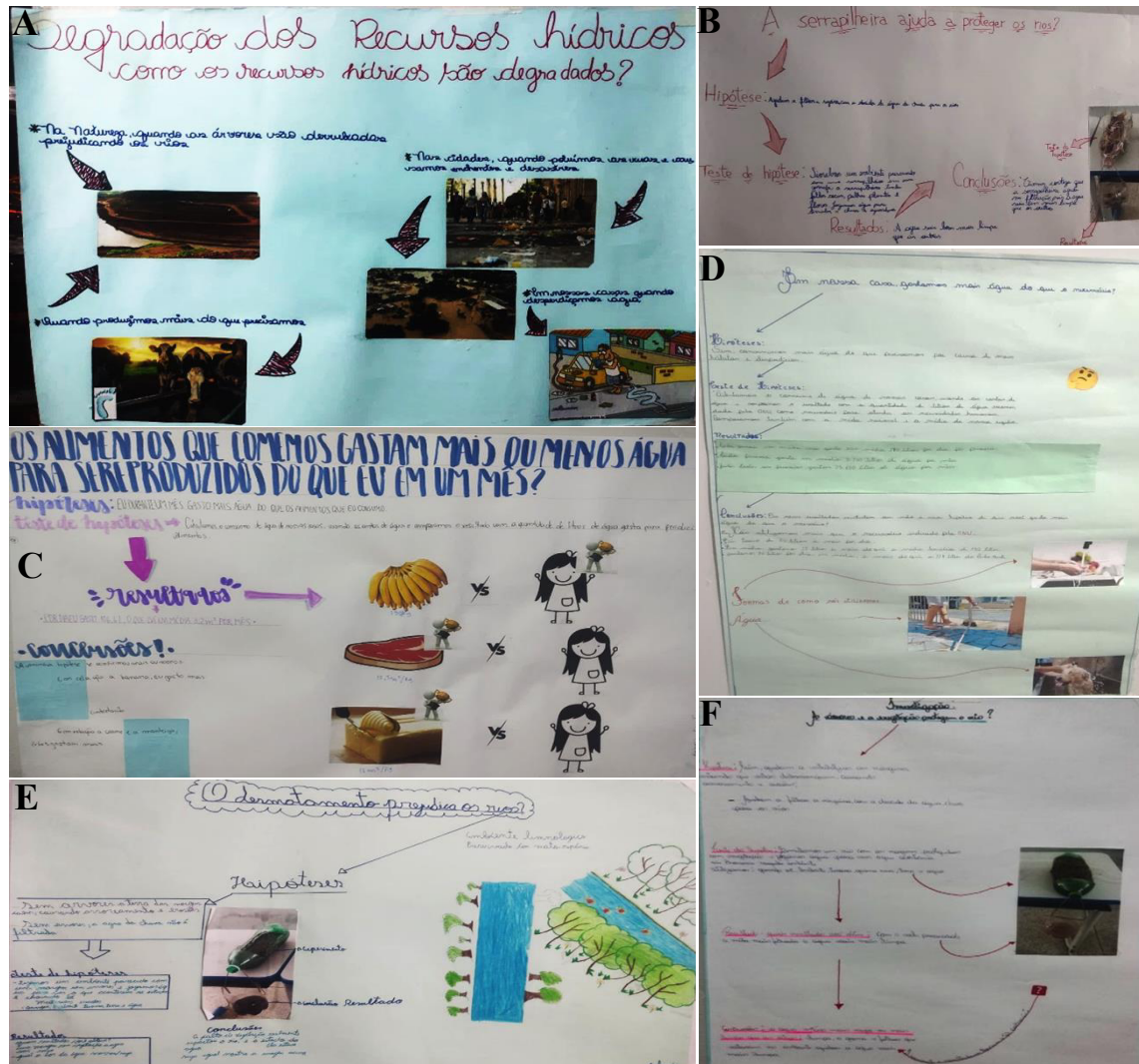
Neste momento, de produção dos cartazes, foi possível identificar elementos inerentes ao rol de habilidades e competências listadas como características de um indivíduo cientificamente alfabetizado, tais como a apreciação das ciências e tecnologias pela estimulação intelectual que elas suscitam (FOUREZ, 1996). Tal característica pôde ser percebida no instante em que se verificou entusiasmo e engajamento, por parte dos estudantes, na realização da atividade e o emprego de distintas formas de expressão do conhecimento, pela escrita, pela criação de desenhos, pela organização em organogramas e/ou sequências de informações e afins. Portanto, na presença de entusiasmo por aquilo que estava sendo feito, foi perceptível e notória a floração da criatividade e empenho na produção dos cartazes.

Foi possível notar também, a característica de alfabetizado(a) cientificamente de distinção entre resultados científicos e a opinião pessoal (FOUREZ, 1996). Nos cartazes foram inseridas informações que refutam algumas percepções subjetivas iniciais dos alunos e prevaleceu aquilo que eles encontraram nas atividades experimentais e na análise investigativa feita nas tarifas de consumo de água. Ou seja, os alunos superaram percepções e/ou impressões iniciais incorretas e inseriram nos cartazes os resultados empíricos obtidos de suas investigações.

Desta forma, os cartazes finais produzidos (Figura 25), subsidiam a percepção de desenvolvimento destas e de outras características inerentes a estudantes alfabetizados cientificamente, como os indicadores de: Seriação de Informações; Classificação de Informações; Raciocínio Lógico; Explicação; Justificativa; Previsão. Tais indicadores,

somam-se àqueles desenvolvidos durante todo percurso da SEI, em um processo contínuo, reforçando a percepção de AC como um processo que transcende os momentos de sala de aula, caminhando pelo constante aprendizado, durante toda formação de um cidadão (CARVALHO; SASSERON, 2011).

Figura 25: Cartazes elaborados pelos grupos, sintetizando cada um, uma investigação distinta.



Fonte: A- grupo 2; B- grupo 4; C- grupo 7; D- grupo 6; E-grupo 3; F- grupo 4.

Após a elaboração dos cartazes ter sido finalizada, os estudantes apresentaram seus resultados para toda a turma e para um público qualificado, que tiveram o papel de os arguirm, realizando perguntas e apresentando ponderações: ao professor mestrando responsável pela pesquisa, um outro professor de Biologia, Doutor e membro titular do quadro de professores da escola, a diretora da escola Mestre e professora da unidade e uma professora externa, Doutora e professora titular em ecologia de uma Universidade da região. A escolha deste público qualificado, como arguidores das apresentações,

justifica-se pela necessidade de validação por pares competentes, dos resultados obtidos pelos estudantes.

As apresentações (Figura 26) se deram de modo dialogado com os espectadores e com o professor pesquisador, onde os estudantes discutiram sobre aquilo que obtiveram de resultados em seus trabalhos e puderam demonstrar a forma como passaram pelas distintas etapas de suas sequências investigativas tais como: formação de hipóteses, testes de hipóteses, resultados obtidos e conclusões.

Figura 26: Etapa de socialização do conhecimento, onde estudantes de diferentes grupos, apresentaram e discutiram os seus resultados e conclusões com todo o público presente na sala.



Fonte: autoria própria.

Sob a perspectiva de inserir os estudantes do ensino básico em situações de defender as suas posições, descreverem os fenômenos observados a partir de suas atividades de teste de hipóteses, argumentando em favor de suas hipóteses iniciais ou, mesmo que seja para refutá-las, Moraes e Lima (2004) apontam em seu estudo que os frutos da prática de pesquisa na educação básica contribui com o estabelecimento da autonomia e da argumentação crítica nos estudantes, fazendo com que estes tomem

consciência das informações, adquiram confiança para tomar decisões importantes enquanto cidadãos.

Durante as apresentações, foi possível observar que os estudantes apresentaram desenvoltura e clareza na explicação de suas ideias. Foi possível perceber que os alunos conseguiram tomar consciência de conceitos importantes e explicá-los ao público como os de mata ripária, de galeria e ciliar, ambiente limnológico, pegada hídrica, assoreamento, dentre outros. Deste modo, é possível constatar que uma das principais finalidades, por trás do objetivo da Alfabetização Científica foi alcançada com êxito. Trata-se de averiguar a construção de conceitos, por parte dos estudantes, num período adjacente ao de ampla importância cognitiva dos envolvidos (CHASSOT, 2014).

Para além da pura construção de conceitos, também foi possível constatar que os estudantes construíram criticidade acerca do seu consumo doméstico de água e de sua família e as respectivas disparidades deste quantitativo com aquele preconizado pela ONU, como o necessário. Neste sentido, é possível inferir que os estudantes adquiriram capacidade de entender a sua realidade para, se imprescindível, modificá-la, demonstrando transformações, o que segundo Chassot (2014), trata-se de uma importante possibilidade a ser explorada no ensino de Ciências.

Por fim, os estudantes discutiram sobre o impacto dos alimentos consumidos no nosso dia a dia, no consumo de água do planeta. Foi possível perceber, nesta apresentação, a tomada de consciência dos estudantes acerca do conhecimento do quantitativo de água gasta para a produção de alimentos e fomento da agropecuária, ou seja, os estudantes puderam, por meio de um olhar mais amplo, comparar duas informações distintas e estabelecer um paralelo entre estas, evidenciando uma compreensão acerca da interdependência entre distintas variáveis, representando o aparecimento do indicador de Alfabetização Científica conhecido como Raciocínio Proporcional (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Neste sentido, ao compararem o seu consumo pessoal com o consumo de água para produzir um quilo de diferentes tipos de alimentos, os estudantes demonstram compreensão do quão mais significativa e impactante para os recursos hídricos, a indústria de produção alimentícia é em relação ao seu consumo pessoal. Ainda assim, foi possível verificar uma postura de não amenizar o impacto de seus comportamentos

diários. Em suas apresentações, por exemplo, apontaram alternativas para se economizar água no dia a dia.

Visto tais pontos positivos resultantes da atividade de socialização, é preciso reconhecer os déficits detectados, a fim de compreender as dificuldades a serem superadas. Um dos pontos a serem melhorados observado foi uma certa dificuldade de fluidez na estruturação de pensamentos, verificada em algumas falas. Para discutir essa questão, faz-se relevante levar em consideração o contexto pós-pandêmico da época em que as escolas estavam no primeiro semestre de retomada das atividades presenciais após um longo período de tempo em que as atividades escolares se deram remotamente. Ou seja, é possível compreender um déficit nas habilidades de comunicação, após tanto tempo em desuso na modalidade presencial.

Diante dessa carência a ser suprida, consideramos a aplicação deste tipo de atividade de apresentação como uma importante ferramenta para o exercício da oratória. É possível, portanto, perceber a socialização dos conhecimentos, como oportunidade para praticar os distintos modos de estruturação do pensamento e transposição destes para a comunicação oral, neste momento de retomada das atividades escolares presencialmente.

Dentre as oportunidades de comunicação dos resultados dos estudantes, foi possível constatar repetidas ocasiões de debate de ideias, bem como tentativas de construções de argumentos, que explicassem os fenômenos verificados nos experimentos. Portanto, para além do exercício da oralidade, é possível inferir que os estudantes se aproximaram do fazer científico, por meio desta atividade. Tal inferência, pode submergir ao passo que interpretamos as premissas que caracterizam o fazer científico, trazidas por Sasseron (2013):

(...)estabelecer argumentação em sala de aula seria uma forma de aproximar os estudantes das características da fazer científico acima listadas. Isso porque, ao utilizar ações e estratégias próprias das ciências, a construção do argumento deve estar em curso e ser resultado das análises feitas durante uma investigação, podendo ser comunicada também em forma oral quanto gráfica (SASSERON, 2013).

Por vezes, foi necessária a intervenção do professor pesquisador, propondo questões que oportunizassem uma completa explanação de tudo que o estudante tinha a oferecer. No entanto, percebemos isso como a concretização do papel do professor

mediador, no âmbito desta SEI que se propõe a promover a AC, utilizando-se para tal de elementos dos modelos de ensino construtivista e sócio-interacionista.

Neste escopo, sintetizamos as escolhas estratégicas adotadas em nosso trabalho como um conjunto de ações que objetivaram fazer frente as formas tradicionais de organização e produção do conhecimento que, conforme autores que estudam o assunto, são: o privilégio ao diálogo em distintos níveis e possibilidades, inclusive o dialogo do ser humano consigo próprio, com a sociedade e com a natureza, criando-se um ambiente favorável para vislumbrar o conhecimento produzido pelos seres humanos a partir de suas relações com o objeto de estudo, *“um conhecimento não mais marcado pelo distanciamento, mas permeado por interações que crescem e se transformam infinitamente”* (PIMENTA, 2011).

5. Considerações Finais

O ensino de Ciências se propõe, pelos documentos curriculares, capaz de impactar a vida de cidadãos que partilham uma sociedade em comum e, portanto, que devem cooperar ativamente com os seus semelhantes na busca de entendimento dos

acontecimentos ao seu redor para que sejam capazes de exercer uma postura ativa na ação e transformação de sua realidade. Para tanto, exige dos professores um repensar da prática docente, afinal se o objetivo é formar cidadãos ativos na sociedade, o caminho para tal passa necessariamente pelas salas de aula.

Em consonância com isso, é preciso que as mais diversas metodologias de ensino também atinjam o importante objetivo de possibilitar avanços nos conhecimentos dos estudantes para que estes passem a ser dotados de informações que os empoderem para agir como cidadãos ativos na sociedade. A este respeito, consideramos satisfatoriamente alcançado o primeiro objetivo desta pesquisa. Foi constatado, ao longo das distintas SEI's, que os estudantes apresentaram avanços latentes em relação aos conhecimentos iniciais. No início das atividades havia uma concepção geral restrita acerca das formas de degradação dos recursos hídricos, a maior parte da turma reconhecia apenas a poluição como grande fator de degradação das águas. Após as atividades, passou-se a perceber nas interações dos estudantes uma preocupação maior para outros fatores de degradação como os efeitos das diversas atividades antrópicas como desmatamento, produção econômica e o uso doméstico deste recurso. Houve construção também de habilidades inerentes ao saber fazer científico e sobre o rigor do método científico, identificadas no momento das atividades práticas.

A respeito do segundo objetivo desta pesquisa, que tange a verificar se o ensino por investigação oportunizou o desenvolvimento de conceitos inerentes aos temas estudados, consideramos também um objetivo atingido, no percurso desta pesquisa. Os estudantes construíram entendimento e domínio de termologias técnicas e o seu conceito por trás, inerentes aos assuntos abordados. Isto pode ser constatado ao passo que observamos, ao longo da primeira SEI, os estudantes elaborando proposições que definem diversos conceitos e a correspondência com suas termologias tais como os de mata ripária, mata de galeria, mata ciliar, assoreamento, ambientes limnológicos, serapilheira, entre outros. Todavia, ressaltamos que ao longo da segunda SEI, sobre o estudo dos impactos do consumo doméstico e da pegada hídrica na degradação dos recursos hídricos, houve menos oportunidades de exploração de conceitos, uma vez que o tema não dispunha de variedade de conceitos a serem abordados.

Sobre o terceiro objetivo de pesquisa, verificamos neste estudo o surgimento de diversos indicadores de Alfabetização Científica pelos estudantes. Torna-se possível, assim, a constatação de que a presente SEI contribuiu para que os estudantes construíssem

um olhar mais científico para a questão, bem como noções sobre o valor dos recursos hídricos, como estes vêm sendo desgastados, suas repercussões na sociedade e, assim, como este desgaste pode ser evitado e/ou amenizado. Deste modo consideramos, ancorados nos diversos Indicadores de AC que emergiram ao longo deste estudo, que os estudantes avançaram consideravelmente em relação aos seus patamares iniciais de Alfabetização Científica.

Acerca do quarto objetivo desta pesquisa constatamos que o ensino por investigação demonstrou ser uma abordagem de ensino de Ciências à altura do enfrentamento e superação do prevalente sistema bancário nas escolas de nossa sociedade. Isto é passível de constatação à medida em que observamos que, ao longo das diversas atividades aplicadas, os estudantes se engajaram ativamente na busca de construção de saberes inerentes ao reconhecimento do desgaste que os recursos hídricos vêm sofrendo. Desta forma, foi possível notar que a ociosidade e passividade foram suprimidas cedendo vez a participação, integração e cooperatividade dos estudantes desde a formação de hipóteses até a refutação ou corroboração destas hipóteses após testagem.

Por fim, observou-se, através das falas e respostas discursivas dos estudantes, construção de habilidades atitudinais, bem como estabelecimento de senso crítico a respeito da importância de se repensar as formas de consumir um recurso escasso e inerente a presença da vida na Terra.

É preciso reconhecer ainda as adversidades enfrentadas e ajustes necessários visando possíveis aperfeiçoamentos a serem incrementados em eventuais estudos posteriores nesta área. Fatores como a timidez e/ou introspecção de alguns estudantes durante as participações por comunicação oral, dificuldades na escrita foram percebidos no transcurso desta SEI e precisam ser considerados antes de futuras aplicações possibilitando, assim, a abrangência democrática desta abordagem a todos os estudantes.

Considerando previamente tais dificuldades, a abordagem investigativa apresenta significativas potencialidades para a abordagem do tema água em aulas de Ciências, visando um ensino mais construtivista e pautado na Alfabetização Científica. Portanto, pautado no conhecimento obtido das dificuldades enfrentadas e os pontos positivos na implementação desta estratégia de ensino visando a AC, propomos em atendimento ao último objetivo desta pesquisa um produto educacional (Apêndice 8) que visa fornecer

subsídios norteadores a professores da educação básica para uso das SEI's no estudo do tema “degradação dos recursos hídricos”, com vistas a AC.

Referências

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar Ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 1, p. 121–138, jan. 2011.

AUSUBEL, D. P. NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. 2º ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AZEVEDO, M. C. P. S. de. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: CARVALHO, A.M. P. de. (Org.). **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p.19-33.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. Ed. São Paulo: Edições 70, 2016. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro, 2016. 279 p.

BARROW, L.H. Uma breve história da investigação: De Dewey aos padrões. **Revista de Formação de Professores de Ciências**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.

BELLUCCO, A.; CARVALHO, A. M. P. de. Uma proposta de sequência de ensino investigativa sobre quantidade de movimento, sua conservação e as leis de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, p. 30-59, 2014.

BONFIM, E. Â.; JÚNIOR, P. M. O ensino de ciências por investigação: uma análise da produção nos anais do ENPEC. **Revista Hipótese**, Itapetininga, v. 6, n 1, p. 323-335, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino fundamental**. Brasília: MEC/SEF, 10 volumes, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Ciências Naturais**. Brasília: MECSEF, 1998.

BRASIL. Lei n° 9795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF: 28 de janeiro de 1999.

BRASIL. PNE – Lei n.º 13.005 (2014). Lei n.º 13.005 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Brasília, DF: Disponível em: <http://pne.mec.gov.br/18-planos-subnacionais-de-educacao/543-plano-nacional-de-educacao-lei-n-13-005-2014>. Acesso em 25 set. 2023.

BRITO, B. W. da C. S.; BRITO, L. T. S.; DE SOUZA SALES, E. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de ciências e biologia. **Revista Vivências em Ensino de Ciências**, Recife, v. 2, n. 1, p. 54-60, 2018.

CANTELE, T. D.; DE CASTRO LIMA, E.; BORGES, L. A. C. Panorama dos recursos hídricos no mundo e no Brasil. **Revista em agronegócio e meio ambiente**, Maringá, v. 11, n. 4, p. 1259-1282, 2018.

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**. Uberlândia: EDUFU, cap. 18, p. 253-266, 2011.

CARVALHO, A. M. P. et al. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M.P (Org.). **Ensino de ciências por investigação**:

condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, v. 1, p. 1-20, 2013.

CARVALHO, N.P.A. **Horta escolar: contribuições da interdisciplinaridade e de atividades investigativas para a alfabetização científica**, 2016. Dissertação. (Mestrado em Educação para Ciências e Matemática) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Jataí, 2016.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan. / abr. 2003.

CHASSOT, A. I. **Alfabetização científica**. 6ª edição. Rio Grande do Sul: Editora Unijuí, 2014.

D'AMBROSIO, U. **Da Realidade à Ação: Reflexões sobre Educação e Matemática**. Campinas: Ed. da Universidade Estadual de Campinas, 1986.

DARROZ, L.M.; ROSA, C.W.; GHIGGI, C.M. Método tradicional x aprendizagem significativa: investigação na ação dos professores de física. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 70-85, 2015.

DEWEY, J. **Vida e educação**. Tradução e estudo preliminar por Anísio S. Teixeira. São Paulo: Melhoramentos; Rio de Janeiro: Fundação Nacional de Material Escolar, 1978, 113 p.

DE BRITO, L.O.; FIREMAN, E.C. Ensino de ciências por investigação: uma proposta didática “para além” de conteúdos conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 462-479, 2018.

DE OLIVEIRA, W.M.; TEIXEIRA, C.; MARTINS, A.E.M. Reflexões sobre os modelos tradicional e construtivista no ensino de biologia para uma educação emancipatória. **Conjecturas**, v. 22, n. 12, p. 858-872, 2022.

DIAS, A.F.L. **O ensino por investigação e a aprendizagem cooperativa no 1º ciclo do ensino básico** - A influência da aprendizagem cooperativa na aprendizagem dos alunos em atividades investigativas. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação Pré-Escolar e Ensino do 1.º Ciclo do Ensino Básico) – Instituto Politécnico de Setúbal, Escola Superior de Educação, Setúbal, 2015.

DOMINGUES, G.H.C.; NASCIMENTO, W.J.; VALÉRIO, M. Iniciação à docência em Física inspirada no ensino por investigação. **Extensão em Foco**, n. 19, P. 72-85, 2019.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Transforming food and agriculture to achieve the sdgs**. Roma: ONU, 2018. Disponível em: <https://www.fao.org/3/I9900EN/i9900en.pdf>. Acesso em 12 ago. 2023.

FERREIRA, C.M., A importância da água e sua utilização em ranários comerciais. **Panorama da Aquicultura**, v. 13, n. 79, p. 15-17, 2003.

FERREIRA, F. F.; **Pegada Hídrica da Geração de Energia Hidrelétrica no Brasil – Um Estudo de Caso da AES Tietê S.A.**; Projeto de Graduação apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental da Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro-RJ, 2014.

FIALHO, W.C.G; MENDONÇA, S. FERREIRA, J.S. Formação docente em Goiás para escolas de tempo integral no ensino fundamental. **Linhas Críticas**, Brasília, v. 27, n.1, p. 1-20, 2021.

FLORES, J.; CABALLERO, M. C.; MOREIRA, M. A. El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. **Revista de Investigación**, [s.l.], v. 33, n. 68, p.75-112, 2009.

FONSECA, E. M.; DUSO, L. Reflexões no ensino de ciências: elaboração e análise de materiais didáticos. **REPPE - Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, Santa Catarina, v. 2, n. 1. p. 23-44, 2018.

FOUREZ, G. Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences. **Revue française de pédagogie**, [s.l.], v. 115, [s.n.], 1996.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**, 1. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1980. 189 p.

GALHARDI, C.P.; FREIRE, N.P.; MINAYO, M.C.D.S.; FAGUNDES, M.C.M. Fato ou Fake? Uma análise da desinformação frente à pandemia da Covid-19 no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, [s.l.], v. 25, p. 4201-4210, 2020.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.35, n.3, p. 20-29, 1995.

GRZEBIELUKA, D.; KUBIAK, I.; SCHILLER, A.M. Educação Ambiental: A importância deste debate na Educação Infantil. **Revista Monografias Ambientais**, Santa Maria, v. 13, n. 5, p. 3881-3906, 2014.

GRANDY, R. E.; DUSCHL, R. A. Reconsidering the character and role of inquiry in schoolscience: Analysis of a conference. **Science and Education**, [s.l.], v. 16, n. 2, pág. 141-166, 2007

HOEKSTRA, A. Y.; MEKONNEN, M. M.; CHAPAGAIN A. K.; MATHEWS. R. E.; RICHTER. B. D. Global Monthly Water Scarcity: Blue Water Footprints versus Blue Water Availability. **Plos One**, [s.l.], v. 7, n. 2, p. 1-10, 2012.

JÚNIOR, A. P.; PEREIRA, E. Degradação ambiental e a diversidade biológica/biodiversidade: uma revisão integrativa. **Enciclopédia Biosfera**, [s.l.], v. 14, n. 26, 2017.

- KUHN, T. S. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2001, 218 p.
- LEÃO, D. M. M. Paradigmas contemporâneos de educação: escola tradicional e escola construtivista. **Cadernos de pesquisa**, p. 187-206, 1999.
- LEITE, C. J.; RODRIGUES, M. A.; JÚNIOR, C. A. O. M. Ensino por investigação na visão de professores de Ciências em um contexto de formação continuada. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, [s.l.], v. 8, n. 2, 2015.
- LEWIN, A.M.F; LOMASCÓLO, T.M.M. La metodología científica em La construcción de conocimientos. **Enseñanza de las Ciencias**, [s.l.], v. 20, n. 2, p. 147-510, 1998.
- LORENZON, M. **A espiral investigativa como uma estratégia de desenvolvimento da Alfabetização Científica nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ensino, Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado: 2018.
- LORENZON, M; HERRMANN, S. Investigar na Educação Básica: Caminhos Para o Desenvolvimento da Alfabetização Científica. **Revista Signos**, Lajeado-RS, v. 41, n. 1, 2020.
- LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 3, p. 45-61, 2001.
- LÜDKE, A; MARLI, A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: E.P.U., 2013, 128 p.
- MARQUES, G. P. et al. **O conflito pela água na Bacia Hidrográfica do ribeirão Samambaia**, Catalão-GO. 2016.
- MARQUETTI, I. C. A.; SANTOS, M. L. A Oficina Pedagógica Como Instrumento Para o Levantamento dos Conhecimentos Prévios de Estudantes Sobre o Bioma Cerrado. PRATA, E.G (Org.). **Biologia Desafios, Habilidades e Competências no Ensino de Biologia**. Guarujá-SP: Editora Científica Digital, 2020. P. 18-38.
- MEKONNEN, M. M.; HOEKSTRA, A. Y. Quatro bilhões de pessoas enfrentando grave escassez de água. **A Ciência avança**, [s.l.] v. 2, n. 2, p. 1 - 6, 2016.
- MORAES, R.; LIMA, V. **Pesquisa em sala de aula: Tendências para a educação em novos tempos**. 2 ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2004, 316 p.
- MOURA, A. B. F.; LIMA, M. G. S. B. A reinvenção da roda: Roda de Conversa, um instrumento metodológico possível. **Interfaces da Educ.**, Paranaíba, v.5, n.15, p.24-35, 2014.
- NÓBREGA, R. S. Impactos do desmatamento e de mudanças climáticas nos recursos hídricos na Amazônia ocidental utilizando o modelo SLURP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [s.l.], v. 29, p. 111-120, 2014.

NOGUEIRA, V.M.D. **Direitos fundamentais dos animais**: a construção jurídica de uma titularidade para além dos seres humanos. Belo Horizonte: Arraes Editores, 2012, 404 p.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Relação da população e disponibilidade hídrica por continente**, 2006. Disponível em: <<https://www.un.org/es/development/>>. Acesso em 5 de julho de 2023.

Organização das Nações Unidas para Educação, a Ciência e a Cultura. Fórum Mundial da Água. Marselha, UNESCO, 2012.

OSBORNE, J. F.; PATTERSON, A. Scientific argument and explanation: A necessary distinction? **Science Education**, [s.l.] v. 95, p. 627-638, 2011.

OSBORNE, J. F. O desenvolvimento e validação de uma progressão de aprendizagem para argumentação em ciência. **Revista de pesquisa em ensino de ciências**, [s.l.], v. 53, n. 6, p. 821-846, 2016.

PEDASTE, M. et al. Phases of inquiry based learning: Definitions and the inquiry cycle. **Educational Research Review**, [s.l.], v. 14, p. 47-61, 2016.

PELLA, M. O.; O'HEARN, G. T.; GALE. Referents to scientific literacy. **Journal of Research in Science Teaching**, [s.l.], v.4, n.3, p.199-208, 1966.

PENICK, J. E. Ensinando "alfabetização científica". **Educar em Revista**, [s.l.] n. 14, p. 91-113, 1998.

PIMENTA, T. B. **O construtivismo e o ensino de História**: uma experiência nas séries iniciais do ensino fundamental. 2011. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em História) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2011.

PRAIA, J. F. et al. Problema, teoria e observação em ciência: Para uma reorientação epistemológica da Educação em Ciência. **Revista Ciência & Educação**, Bauru, v.8, n. 1, p.127-145, 2002.

REBOUÇAS, A.C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise & dados**, [s.l.], v. 13, p. 341-345, 2003.

REIS, G. A.; SILVA, C., VIEIRA, L.; OLIVEIRA, E. C. O conceito de Alfabetização Científica e a possibilidade de interações entre cinco competências gerais da Base Nacional Comum Curricular-BNCC. **Research, Society and Development**, [s.l.], v. 9, n. 8, p. e831986507-e831986507, 2020.

RICHARDSON, R. J. **Pesquisa social: métodos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999, 424 p.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. **Anais do XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. Curitiba, 2008.

ROGÉRIA, V.; VELEZ, F. O contributo do cinema para a educação geográfica. Um recurso didático em Geografia das migrações. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, Coimbra, n. 9, p. 307-322, 2016.

SANTANA, A. C. R. O. **A química no ensino fundamental**: uma proposta investigativa e contextualizada. 2020. 88 f. Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis. Agosto de 2020.

SARMENTO, A. S. T. L. **Metodologias ativas no processo ensino aprendizagem na área de neurologia**. 2015. 32 f. Dissertação (Mestrado em Ensino na Saúde) – Faculdade de Medicina, Programa de Pós Graduação em Ensino na Saúde, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2015.

SASSERON, L.H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental**: Estrutura e Indicadores deste processo em sala de aula. 2008. 281 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, [s.l.], v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; DE CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em ensino de ciências**, [s.l.], v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. et al. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. *In*: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013, p. 41-62.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, p. 49-67, 2015.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M.B. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Tópicos Educacionais**, [s.l.], v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SCARPA, Daniela Lopes; CAMPOS, Natália Ferreira. Potencialidades do ensino de Biologia por Investigação. **Estudos avançados**, v. 32, p. 25-41, 2018.

SESSA, P. S. et al. Alfabetização científica e a construção de concepções no contexto de formação de professores. **Linhas Críticas**, [s.l.], v. 25, 2019.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 17, p. 69-96, 2015.

SILVA, A. H.; FOSSÁ, M. I. T. Análise de conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Qualitas Revista Eletrônica**, [s.l.] v. 16, n. 1, 2015.

SILVA, L.C.; DE OLIVEIRA, J.R.S. Interfaces entre o método de estudo de casos e a abordagem experimental investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 15, n. 3, p. 517-532, 2020.

SILVA, F. O.; NASSER, L. Avaliação Escolar: ressignificando o erro por meio de feedbacks formativos. **Revemop**, Ouro Preto, v. 4, p. 1-19, 2022.

SILVA, S.C.R.; SCHIRLO, A.C. Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: Reflexões para o ensino de física ante a nova realidade social. **Imagens Da Educação**, Maringá, v.4, n. 1, p.36-42, 2014.

SILVERIO, G. S. et al. As condições ambientais da microbacia do Rio Passo da Pedra. **Revista Brasileira de Geografia Física**. Recife, v. 4, n. 5, p. 1029-1042, 2011.

TAHA, M. S. et al. Experimentação como ferramenta pedagógica para o ensino de ciências. **Experiências em ensino de ciências**, [s.l.] v. 11, n. 1, pág. 138-154, 2016.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 14a ed. São Paulo: Cortez Editora. 2004, 136 p.

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**. Belo Horizonte, v. 17, p. 97-114, 2015.

TOULMIN, S. E. **Os usos do argumento**. São Paulo: Contraponto, 2006, 375 p.

TURATO, E. R. Métodos qualitativos e objetos possíveis na área de pesquisa: definições, diferenças e seus objetos de pesquisa. **Revista de Saúde Pública**, [s.l.], v. 39, n. 3, pág. 507-514, 2005.

VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e Aprendizagem Significativa Crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino**. 2012. Tese (doutorado), programa de pós-graduação Educação em Ciências, Universidade Estadual Paulista, 2012.

VIEIRA, R. D.; MELO, V. F.; BERNARDO, J. R. R. O júri simulado como recurso didático para promover argumentações na formação de professores de física: o problema do "gato". **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, [s.l.], v. 16, n. 3, p. 203-226, 2014.

VILLANI, C. E. P.; DO NASCIMENTO, S. S. A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. **Investigações em ensino de Ciências**, [s.l.], v. 8, n. 3, p. 187-209, 2003.

VOIGT, J.M.R; HULLER, C.; MUNHOZ, E.M.B. Escolas em tempo integral: características de uma escola agrícola de ensino fundamental. **Linhas Críticas**, [s.l.], v. 27, 2021.

VYGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. Tradução: Paulo Bezerra. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2001. 520 p.

WADE, N. **Uma herança incômoda**: Genes, raça e história humana. São Paulo: Editora Três Estrelas, 2014, 336 p.

ZÔMPERO, A. F.; LABURU, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, Belo Horizonte, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

Apêndices

Apêndice 1: Indicadores de Alfabetização Científica e o seu detalhamento, conforme Sasseron e Carvalho (2008):

Indicador de AC	Descrição	Abreviação do Indicador
Grupo de IAC relacionados ao trabalho com os dados obtidos em uma investigação, por meio dos quais se torna possível conhecer as variáveis envolvidas no problema investigado		
Seriação de Informações	É um indicador que não necessariamente prevê uma	SI

	ordem a ser estabelecida, mas pode ser um rol de dados, uma lista de dados trabalhados. Deve surgir quando se almeja o estabelecimento de bases para a ação.	
Organização de Informações	Ocorre nos momentos em que se discute sobre o modo como um trabalho foi realizado. Este indicador pode ser vislumbrado quando se busca um arranjo para informações novas ou já elencadas anteriormente. Por isso este indicador pode surgir tanto na proposição de um tema quanto na retomada de uma questão	OI
Classificação de Informações	Ocorre quando se busca conferir hierarquia às informações obtidas. Constitui-se em um momento de ordenação dos elementos com os quais se está trabalhando procurando uma relação entre eles.	CI
Grupo de IAC relacionado à estruturação do pensamento que molda as afirmações feitas e as falas feitas durante as aulas		
Raciocínio Lógico	Compreende o modo com as ideias são desenvolvidas e apresentadas e está diretamente relacionado a forma como o pensamento é exposto	RL
Raciocínio Proporcional	Mostra como se estrutura o pensamento, e refere-se também à maneira como as variáveis tem relação entre si, ilustrando a interdependência que pode existir entre elas.	RP
Grupo de IAC ligados à procura do entendimento da situação analisada. Frequentes nos momentos finais das discussões. É o trabalho com as variáveis envolvidas no fenômeno e a busca por relações que descrevam o contexto		
Levantamento de Hipóteses	Aponta instantes que são alçadas suposições acerca de certo tema. Pode surgir na forma de afirmação ou pergunta.	LH
Teste de Hipóteses	Étapa em que se coloca à prova as suposições levantadas anteriormente. Ocorre por manipulação direta de objetos ou na forma de ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamentos baseadas em conhecimentos anteriores.	TH

Justificativa	Aparece quando em uma afirmação qualquer proferida, o estudante apresenta uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura.	J
Previsão	É explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede a certos acontecimentos	P
Explicação	Surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. Normalmente acontece depois de uma justificativa para o problema, mas é possível encontrar explicações que não se recebem estas garantias.	E

Fonte: Sasseron e Carvalho (2008)

Apêndice 2: Termo de Consentimento Livre Esclarecido, enviando para assinatura dos responsáveis legais dos estudantes, autorizando a realização da pesquisa.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

O(a) aluno(a).....que está sob sua responsabilidade legal, está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada “Alfabetização Científica Sobre a Degradação dos Recursos Hídricos por Meio do Ensino por Investigação no Ensino Médio”. Meu nome é Marcos Vinicius Carlos Moreira, sou Professor de Ciências Biológicas e Mestrando,

pesquisador responsável por esta pesquisa. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, se você autorizar esse aluno a fazer parte do estudo, rubricue todas as páginas e assine ao final deste documento, que está impresso em duas vias, sendo que uma delas é sua e a outra pertence ao(à) pesquisador(a) responsável. Esclareço que em caso de recusa na participação você não será penalizado(a) de forma alguma. Mas se aceitar participar, as dúvidas *sobre a pesquisa* poderão ser esclarecidas pelo pesquisador responsável, via e-mail mvcarlosmoreira8@gmail.com endereço Br 153 Quadra Área Km 99 Zona Rural, Anápolis - GO, 75132-903 e, inclusive, sob forma de ligação a cobrar, acrescentando o número 9090 antes do seguinte contato telefônico: (62)996157735. Ao persistirem as dúvidas *sobre os seus direitos* como participante desta pesquisa, você também poderá fazer contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da Universidade Estadual de Goiás (CEP-UEG), localizado no Prédio da Administração Central, BR 153, Km 99, Anápolis/GO, CEP: 75132-903, telefone: (62) 3328-1439, funcionamento: 8h às 12h e 13h às 17h, de segunda a sexta-feira. O contato também poderá ser feito pelo e-mail do CEP-UEG: cep@ueg.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é vinculado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) que por sua vez é subordinado ao Ministério da Saúde (MS). O CEP é responsável por realizar a análise ética de projetos de pesquisa com seres humanos, sendo aprovado aquele que segue os princípios estabelecidos pelas resoluções, normativas e complementares.

Os pesquisadores que compõem essa equipe de pesquisa são Marcos Vinicius Carlos Moreira e Juliana Simião Ferreira.

A leitura desse TCLE deve levar aproximadamente 15 minutos e a participação do aluno na pesquisa deve levar aproximadamente 16 horas/aula, dentro do horário de aula da disciplina de trilhas integradoras. Todos os alunos que optarem por não participarem da pesquisa terão disponibilizados acesso ao conteúdo da aula, na turma do 1º “A”, na qual estará sendo lecionado conteúdo programático semelhante, por se tratar do mesmo ano do ensino médio, em conformidade com a escola e o professor titular, de tal modo a não haver prejuízos ao aprendizado dos alunos que optarem por não participarem desta pesquisa.

Justificativa, objetivos e procedimentos

O motivo que nos leva a propor esta pesquisa é a busca pelo desenvolvimento de formas de se ensinar que busquem privilegiar o objetivo de alfabetizar cientificamente os estudantes, através de metodologias que incentivem os alunos a investigarem um problema do seu mundo cotidiano e sejam, assim, protagonistas na construção do próprio conhecimento.

O objetivo desta pesquisa é avaliar e analisar o uso da abordagem ensino por investigação como estratégia de ensino para promover a alfabetização científica sobre a degradação dos recursos hídricos, em uma turma de Biologia do Ensino Médio, no ensino básico público, no âmbito de um centro de educação em período integral (CEPI) em Anápolis-GO. Os procedimentos de coleta de dados serão por registros de notas de campo pelo pesquisador em um diário de campo, acerca da percepção do pesquisador sobre o andamento das atividades; registros em áudio e/ou fotográficos (sem a identificação da face) mediante prévia autorização dos responsáveis legais dos alunos. Os dados produzidos terão como propósito único de pesquisa, publicação e divulgação científica e para atividades educativas de formação de professores.

Para realização destes registros solicitamos sua autorização, com a sua rubrica dentro dos parênteses escolhidos:

Sobre a necessidade da *concessão do uso de sua voz, imagem ou opinião*

() Não permito a gravação/obtenção da imagem/voz do estudante.

() Permito a gravação/obtenção da imagem/voz do estudante.

Sobre a Necessidade da gravação/obtenção da imagem/voz:

() Permito a divulgação da minha imagem/voz nos resultados publicados da pesquisa.

() Não permito a divulgação da minha imagem/voz nos resultados publicados da pesquisa.

A pesquisa terá duração de 16 horas/aula no transcorrer dos meses letivos de agosto e setembro de 2022, durante o momento das aulas de Trilhas Integradoras, do Colégio Estadual Doutor Mauá Cavalcante Sávio.

A Sequência de Ensino por Investigação terá 6 etapas que serão aplicadas no transcorrer de 16 aulas. Essas etapas envolvem: Introdução e levantamento do que os alunos já sabem, que vai ser feito por meio de uma aula em que o professor vai discutir com os alunos e fazer perguntas sobre o tema. No segundo momento da pesquisa, vai ter a problematização do tema “degradação dos recursos hídricos” nesse momento o professor vai pedir para que os alunos formem hipóteses, que são explicações iniciais para certos fenômenos como: falta de água, poluição dos rios, desperdício de água, consequência do desmatamento para a qualidade do recurso água. Depois disso iremos verificar se essas explicações dos alunos são corretas ou não. Serão realizados experimentos em sala de aula que simulem rios degradados e preservados e serão feitas análises de contas de água, para que os alunos vejam se gastam mais ou menos que o necessário em suas rotinas domésticas. Depois disso será feita uma análise dos resultados obtidos, onde os alunos mostrar de forma individual aquilo que aprenderam, em atividades de desenho, escrita de textos, roteiros, envolvendo debates entre professor e turma sobre os resultados. Será realizado também um exercício de apresentação em grupo deste trabalho para a turma e para outros professores da escola, através de cartazes. Por fim será feita uma avaliação daquilo que os alunos aprenderam sobre o tema, através de atividades escrita, e registro daquilo que os alunos demonstrarem de conhecimento ao longo de todas as aulas. Será pedido para que os alunos digam o que acharam das atividades, se eles acham que contribuíram ou não para o seu aprendizado.

Riscos e formas de minimizá-los:

Os riscos relacionados à participação neste estudo a possibilidade de se expor ao falar sua opinião para os colegas, possibilidade de demonstrar seu posicionamento sobre as temáticas ambientais, possibilidade de não conseguir se expressar diante dos demais colegas por timidez Para evitar e/ou reduzir os riscos de sua participação o professor pesquisador pode assegurar que estará sempre atento, durante todo o andamento das atividades, a fim de intervir limitando e/ou evitando a exposição de posicionamentos de foro pessoal que cause constrangimentos futuros.

Assistência:

Se você sentir qualquer desconforto é assegurado assistência imediata e integral de forma gratuita, para danos diretos e indiretos, imediatos ou tardios de qualquer natureza, decorrentes de sua participação na pesquisa.

Caso você se sinta desconfortável por qualquer motivo, poderemos interromper a sua participação na sequência de ensino por investigação a qualquer momento e esta decisão não produzirá penalização ou prejuízo.

Benefícios:

Esta pesquisa terá como benefícios chegar a resultados que demonstrem a viabilidade ou não de se adotar o ensino por investigação como forma de alfabetizar-se cientificamente alunos do ensino médio sobre a temática “crise hídrica”; Desenvolvimento de formas de se ensinar que busquem privilegiar o papel ativo e a autonomia dos estudantes na busca pelo conhecimento; desenvolvimento de metodologias de ensino que visem a promoção de formação de cidadãos com senso crítico apurado e capacitados para tomarem decisões relevantes para si e todo o coletivo que o rodeia.

Sigilo, privacidade e guarda do material coletado:

Não há necessidade de identificação, ficando assegurados o sigilo e a privacidade. Você poderá solicitar a retirada de seus dados coletados a qualquer momento, deixando de participar deste estudo, sem prejuízo. Os dados coletados nesta pesquisa serão guardados em arquivo digital e físico, sob nossa guarda e responsabilidade, por um período de cinco anos após o término da pesquisa. Após esse período, o material obtido será picotado e/ou reciclado e todas as mídias apagadas.

Indenização:

Se você sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, tem direito a buscar indenização, conforme decisões judiciais que possam suceder.

Você não receberá nenhum tipo de compensação financeira por sua participação neste estudo, mas caso tenha algum gasto decorrente do mesmo (como por exemplo, transporte e alimentação) este será ressarcido por mim, pesquisador responsável.

Em qualquer etapa do estudo você poderá entrar em contato comigo, pesquisador(a) responsável, para esclarecimentos de eventuais dúvidas. Os desfechos deste estudo poderão ser acessados através do site <http://www.ppec.ueg.br>, após publicação da dissertação neste site, prevista para meados de 2022.

Os resultados da sua participação poderão ser consultados por você a qualquer momento, para isso, nós disponibilizaremos o contato de telefone: (62) 996157735 ou e-mail: mvcarlosmoreira8@gmail.com por onde os participantes poderão ter acesso, a qualquer momento, aos resultados da pesquisa e também poderão solicitar agendamento de atendimento para sanar quaisquer dúvidas.

Declaração do(a) Pesquisador(a) Responsável

Eu, pesquisador(a) responsável por este estudo, esclareço que cumprirei as informações acima e que o participante terá acesso, se necessário, a assistência integral e gratuita por danos diretos e indiretos, imediatos ou tardios devido a sua participação nesse estudo; e que suas informações serão tratadas com confidencialidade e sigilo. O participante poderá sair do estudo quando quiser, sem qualquer penalização. Se tiver algum custo por

participar da pesquisa, será ressarcido; e em caso de dano decorrente do estudo, terá direito a buscar indenização, conforme decisões judiciais que possam suceder. Declaro também que a coleta de dados somente será iniciada após a aprovação do protocolo pelo sistema CEP/CONEP.

Declaração do(a) Responsável Legal Pelo Participante

Eu,....., abaixo assinado, discuti com o pesquisador Marcos Vinicius Carlos Moreira sobre a minha decisão em participar como voluntário(a) do estudo “Alfabetização Científica Sobre a Crise Hídrica por Meio do Ensino por Investigação no Ensino Médio”. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de assistência, confidencialidade e esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que a participação do estudante, pelo qual sou responsável legal, é voluntária e isenta de despesas e que poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

Anápolis/Goiás, ____ de ____ de ____.

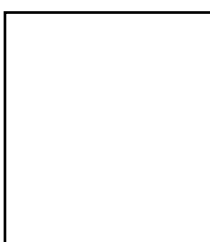
Assinatura do(a) participante de pesquisa/Responsável legal

Data: ____ / ____ / ____

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Data: ____ / ____ / ____

Modelo para coleta da(s) assinatura(s) de participante sem letramento.



Apêndice 3: Termo de Assentimento Livre Esclarecido, apresentado aos estudantes pesquisados para assinatura, autorizando a realização da pesquisa.

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), da pesquisa “Alfabetização Científica Sobre a degradação dos recursos hídricos por Meio do Ensino por Investigação no Ensino Médio”. Meu nome é Marcos Vinicius Carlos Moreira. Seu responsável permitiu que você participe. Você não precisa participar da pesquisa se não quiser e não terá nenhum problema se desistir. Em caso de dúvida, você poderá entrar em

contato comigo, pesquisador (a) responsável Marcos Vinicius Carlos Moreira pelo e-mail mvcalorsmoreira8@gmail.com ou telefone, se precisar poderá ser por ligação a cobrar, acrescentando o número 9090 antes do(s) seguinte(s) contato(s) telefônico(s): (62)994451137 / (62)996157735. Você também poderá fazer contato com o **Comitê de Ética em Pesquisa** da Universidade Estadual de Goiás (CEP-UEG), por telefone: (62) 3328-1439, funcionamento: 8h às 12h e 13h às 17h, de segunda a sexta-feira ou por e-mail: cep@ueg.br.

Esta pesquisa tem como objetivo avaliar e analisar o uso da abordagem ensino por investigação como estratégia de ensino para promover a alfabetização científica sobre o tema degradação dos recursos hídricos, em uma turma de ensino médio de Biologia no ensino básico público, no âmbito de uma escola de tempo integral em Anápolis-GO. Se você quiser participar, iremos aplicar para você e os demais alunos da turma que forem participar, uma sequência de ensino por investigação sobre o tema degradação dos recursos hídricos, entre os meses de agosto e setembro de 2022. A atividade será realizada com uso de conhecimentos e procedimentos Científicos, onde vamos realizar experimentos que simulem os efeitos da atividade humana sobre os recursos hídricos, levantamento de hipóteses (que buscam explicar o que está acontecendo), testes para verificar estas hipóteses. Os procedimentos serão registrados, na forma de gravação das aulas em áudio e, se necessário, com fotos dos momentos das atividades. Os riscos que você terá ao participar do estudo são a possibilidade de se expor ao falar sua opinião para os colegas, possibilidade de demonstrar seu posicionamento sobre as temáticas ambientais, possibilidade de não conseguir se expressar diante dos demais colegas por timidez mas o professor pesquisador pode assegurar que estará sempre atento, durante todo o andamento das atividades, a fim de intervir limitando e/ou evitando a exposição de posicionamentos de foro pessoal que cause constrangimentos futuros. Caso aconteça algo de errado, você receberá assistência total e sem custo. Este estudo tem como benefício a promoção e desenvolvimento de novas formas de ensinar que passem a levar em consideração o protagonismo do aluno em sala de aula para fins de alfabetização Científica. Os resultados da pesquisa serão divulgados, mas não daremos o seu nome aos outros. Qualquer dúvida que você tiver, pode me perguntar quando quiser.

Eu, _____ aceito participar da pesquisa. Entendi que posso desistir de participar a qualquer momento e que isto não terá nenhum problema. Os pesquisadores tiraram minhas dúvidas e conversaram com os meus responsáveis.

Anápolis/Goiás, ___ de _____ de ____.

Assinatura do(a) participante de pesquisa

Data: ____/____/____

Assinatura do(a) pesquisador(a) responsável

Data: ____/____/____

Apêndice 4: Questionário aplicado, sobre degradação dos recursos hídricos, na fase de diagnóstico de conhecimentos prévios.

1º Ano

Data: __/__/__

Aluno: _____

Questionário – Levantamento de conhecimentos prévios sobre o tema “Degradação dos Recursos Hídricos” (1º etapa da pesquisa)

1- As ações dos seres humanos podem influenciar na quantidade e qualidade da água que temos em nosso planeta? De que forma?

2- Na sua opinião, qual atividade humana causa mais impactos negativos na quantidade e qualidade de água disponível em nosso planeta? Explique.

3- Os comportamentos que temos em nosso dia a dia podem afetar a quantidade/qualidade de água em nosso planeta? Explique.

4- Qual atividade causa maior impacto na disponibilidade de água: As atividades econômicas ou as atividades domésticas?

5- A presença ou ausência de árvores interfere na qualidade/quantidade de água disponível em nosso planeta?

6- Se você observasse um lago/riacho ou rio e percebesse que, neste local, a água apresenta mau cheiro e um aspecto sujo, o que você faria se quisesse confirmar que aquele local está realmente poluído?

7- Em caso de confirmação de poluição, o que você acha que poderia estar causando esta poluição neste lago/rio/riacho?

Apêndice 5: Roteiro das pesquisas distribuído para a turma descrever e organizar as informações e conhecimentos construídos ao assistirem o documentário.

1º Ano

Data: __/__/__

Aluno: _____

Roteiro das Pesquisas: De acordo com o documentário assistido, responda:

- 1- Quais as atividades econômicas que se apresentam como grandes responsáveis pela degradação dos recursos hídricos, de acordo com o vídeo?

- 2- Como as árvores no Cerrado contribuem para o abastecimento das reservas de água subterrânea?

- 3- O desmatamento prejudica a preservação dos recursos hídricos? Explique.

- 4- Qual a principal característica de um rio/córrego/lago que tem suas margens preservadas e contribuí para a preservação dos recursos hídricos?

Apêndice 6: Roteiro das pesquisas distribuído para a turma, na fase de sistematização individual dos conhecimentos obtidos na investigação “As árvores protegem os rios?”

1º Ano

Data: __ / __ / __

Aluno: _____

Roteiro das Pesquisas: “As árvores protegem os rios?”:

- 1- Descreva, com suas palavras, no espaço abaixo todo o roteiro de sua pesquisa, desde a pergunta de sua pesquisa, como seu grupo fez para responder a esta pergunta, os resultados que você obteve e o que estes resultados te indicam: a hipóteses do seu grupo foi confirmada ou não?

- 2- Desenhe dois ambientes limnológicos: um protegido e outro devastado.

Ambiente Protegido	Ambiente Devastado

Apêndice 7: Roteiro das pesquisas distribuído para a turma no curso da investigação “em nossas casas consumimos mais água do que o necessário?” e “os alimentos que comemos gastam mais água para serem produzidos do que nós, no nosso dia a dia?”

1º Ano

Data: ___ / ___ / ___

Aluno: _____

Roteiro das Pesquisas: “em nossas casas consumimos mais água do que o necessário?” e “os alimentos que comemos gastam mais água para serem produzidos do que nós, no nosso dia a dia?”

- 1- Qual foi a média de consumo de água da sua casa dos últimos 90 dias? Expresse o resultado em m³ e em litros.

- 2- Quantas pessoas tem na sua casa? Em média, quanto em litros cada pessoa consome de água em 30 dias?

- 3- Quantos litros de água você consome por dia, em média?

- 4- Considerando que a ONU indica que cada pessoa deve gastar em torno de 3 mil e 300 litros de água por mês e baseado nos seus resultados, você considera que consome mais ou menos água que o necessário? Por quê?

- 5- Você Consome mais ou menos água, em relação à média brasileira e a média do Centro Oeste de consumo de água?

Em relação a pegada Hídrica, responda:

- a- O que gasta mais água: toda a sua família em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?

b- O que gasta mais água: Você em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?

c- O que gasta mais água: você durante 30 dias ou a produção de 1 kg de banana?

6- Quais hábitos você julga que são os mais importantes para serem tomados, com o objetivo de ter um consumo de água melhor?

Apêndice 8: Produto Educacional Resultante do Presente Estudo.



**Universidade
Estadual de Goiás**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM
ENSINO DE CIÊNCIAS**

Produto Educacional Sequência de Ensino por Investigação (SEI): Degradação dos Recursos Hídricos

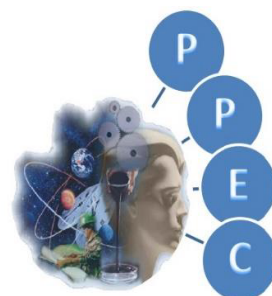
Marcos Vinicius Carlos Moreira

Juliana Simião Ferreira



Anápolis-GO | 2023

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



Produto Educacional Sequências de Ensino por Investigação (SEI's): Degradação dos Recursos Hídricos

Mestrando: Marcos Vinicius Carlos Moreira

Orientadora: Juliana Simião Ferreira

Anápolis-Go | 2023

Apresentação

Querido(a) professor(a), o presente produto educacional é resultado do trabalho de pesquisa, realizado no âmbito do programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências, da UEG. Este produto, uma Sequência de Ensino por Investigação, faz parte da dissertação intitulada: “Alfabetização Científica Sobre a Degradação dos Recursos Hídricos Por Meio do Ensino Por Investigação no Ensino Médio”. Preparamos este material com muito carinho e com a intenção de que possa servir como ferramenta de auxílio na preparação de suas aulas, de modo que o processo de ensino-aprendizagem de seus estudantes possa se tornar ainda mais cativante e atrativo.

A pesquisa acima citada, que inspirou o presente produto, ocorreu no contexto de uma turma de primeiro ano de ensino médio de um colégio da rede estadual em Anápolis-GO, onde foi aplicada uma Sequência de Ensino por Investigação (SEI), no ano de 2022. Esta SEI, dividiu-se em quatro momentos e transcorreu o curso de 22 horas aula, dentro de cerca de dois meses.

O presente produto educacional busca articular a abordagem de ensino de Ciência por investigação (ENCI) através de uma SEI, o tema transversal “água”, abordado em distintas etapas da educação básica, e o objetivo de ensino da Alfabetização Científica (AC). Tudo isso, de modo a estimular o protagonismo dos estudantes durante a construção de seus novos conhecimentos. Para tal, o professor apresenta-se como mediador no processo de ensino/aprendizagem, enquanto os estudantes apropriam-se de características de investigadores científicos durante as etapas da SEI, permitindo um processo de enculturação científica.

Desejamos uma boa leitura e bom proveito deste material!

1. A alfabetização Científica como Objetivo no Ensino de Ciências

Com a vigência da nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC), muitas novidades passaram a fazer parte do cotidiano escolar e novas habilidades passaram a ser demandadas dos professores. Quanto ao Ensino de Ciências podemos destacar a exigência pela formação de cidadãos críticos, atuantes e participativos no contexto de sua sociedade, utilizando-se para tal de conhecimentos e habilidades adquiridas na educação básica. Portanto, podemos dizer que a nova BNCC exige uma postura condizente com a de um cidadão cientificamente alfabetizado (REIS et al., 2020).

Além de ser demandada pela BNCC, a Alfabetização Científica (AC) também pode ser considerada como um objetivo de ensino indispensável para a atualidade, visto que a compreensão de conhecimentos científicos consolidados se faz cada vez mais necessária para se contrapor a desinformação endêmica dos tempos modernos, para a tomada de decisões de diferentes níveis de complexidade (SILVA e OLIVEIRA, 2020).

Ao definirem AC, Sasseron e Carvalho (2011, p. 61), ressaltam a necessidade de desenvolver nos estudantes uma nova forma de agir, do modo consciente, utilizando-se de saberes científicos:

usaremos o termo “alfabetização científica” para designar as ideias que temos em mente e que objetivamos ao planejar um ensino que permita aos alunos interagir com uma nova cultura, com uma nova forma de ver o mundo e seus acontecimentos, podendo modificá-los e a si próprio através da prática consciente propiciada por sua interação cerceada de saberes de noções e conhecimentos científicos, bem como das habilidades associadas ao fazer científico (SASSERON; CARVALHO, 2011, p. 61).

Quando uma aula de Ciências é ministrada com o intuito de atingir a AC, os alunos são estimulados a exercerem uma postura ativa durante o processo de investigação científica. Eles são incentivados a acessarem seus conhecimentos prévios, cooperarem em grupo; usarem a criatividade para preverem explicações de fenômenos naturais, elaborar formas de testar tais explicações; identificar, através dos resultados, sua corroboração ou refutação; comunicar e debater com os colegas de turma as conclusões obtidas (PENICK, 1998; CHASSOT, 2003; SASSERON e CARVALHO, 2011;).

Para que um indivíduo possa ser considerado alfabetizado cientificamente, é preciso que este seja capaz de compreender as relações existentes entre Ciência e Sociedade; desenvolver conhecimentos científicos básicos das diferentes áreas da Ciência; ter um certo domínio sobre a natureza da Ciência; entender os pressupostos éticos por trás do trabalho daqueles que fazem Ciência, saber diferenciar Ciências e

Tecnologias e ser capaz de traçar paralelos entre Ciências e Humanidades (PELLA, 1966).

2. O Ensino por Investigação como Facilitador da Alfabetização Científica

Para entender como o ENCI pode levar a AC, é preciso considerar que tal abordagem estimula a autonomia dos estudantes para aprofundarem os seus estudos em um determinado tema de interesse (LORENZON e HERRMANN, 2020).

O precursor desta abordagem, John Dewey, defendia que o fator mais relevante na aprendizagem dos estudantes é a sua ação ou participação (ANDRADE, 2011). Tal postura ativa pode ser oportunizada através de investigações de problemas científicos interessantes de serem feitas através do método científico (BARROW, 2006).

A abordagem investigativa é usada em sala de aula para tratar de conteúdos de modo que o professor crie condições em sala de aula para que os alunos reflitam levando em conta a estrutura do conhecimento; falem emitindo seus argumentos e conhecimentos construídos; leiam, entendendo criticamente o conteúdo da leitura; escrevam, mostrando autoria e clareza nas ideias expostas (CARVALHO et al., 2018).

A investigação pode ser entendida como um rol de ações e atitudes que permitam a resolução prática de um problema e as ações e atitudes envolvidas nos processos de compreensão das ações práticas executadas (SCARPA, SASSERON e SILVA, 2017).

2.1. As Sequências de Ensino por Investigação como instrumento do EnCI para promoção da AC

Dentre o arcabouço de possibilidades que o EnCI nos oferece para trabalhar em sala de aula, estão as Sequências de Ensino por Investigação (SEI). Essa ferramenta vem se provando em estudos da área, demonstrando-se capaz de oportunizar uma variedade de dinâmicas, práticas e interações no sentido de inserir o estudante no papel de pesquisador das Ciências e protagonista na construção de seu próprio conhecimento e, portanto, mostrando-se uma ferramenta de potencial a ser utilizada, quando o objetivo é alfabetizar-se cientificamente os estudantes.

Ao caracterizar uma SEI, Carvalho (2013) traz três etapas distintas, inerentes ao processo de seu desenvolvimento e aplicação: Resolução de um Problema; Sistematização e Contextualização dos Conhecimentos:

[...] a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e dê condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático [...] após a resolução do problema, [têm-se] uma

atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. [...] [é]quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema [...]. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois nesse momento eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social (CARVALHO, 2013, p.9).

No decorrer deste produto educacional, estarão descritas as etapas de aplicação de duas SEI's, para o estudo do tema “Degradação dos Recursos Hídricos”. O objetivo é oferecer a você, professor(a) opções para que possa aplicar em distintas oportunidades, de acordo com o escopo de estudo abordado e demandado pelo currículo de referência utilizado.

A primeira SEI terá como objetivo te auxiliar a desenvolver uma investigação que permita aos estudantes oportunidades de desenvolver AC a respeito da influência do desmatamento na degradação dos recursos hídricos. Já a segunda SEI visa estimular os estudantes a investigarem como os seus hábitos de consumo doméstico de água e dos alimentos que consomem impactam na disponibilidade deste recurso. Visa também incentivá-los a situarem-se e tomarem consciência a respeito da adequação ou não do seu quantitativo de consumo em relação ao quantitativo necessário de água a ser consumida para suprimento das necessidades básicas humanas,

Utilizamos como referencial teórico para desenvolvimento desta SEI, os fundamentos básicos das SEI's trazidos por Carvalho (2013), bem como grande parte etapas apontadas por Sperandio et al. (2017), como inerentes a uma SEI, tais como: diagnóstico dos conhecimentos prévios; problematização e formação de hipóteses; resolução do problema (verificação das hipóteses); sistematizações coletiva e individual do conhecimento; socialização dos conhecimentos.

A avaliação do desempenho dos estudantes poderá ser realizada de acordo com os critérios utilizados por você, professor. Podendo ser durante as interações dialógicas entre os estudantes ou durante as apresentações; os registros escritos e desenhados dos estudantes; o engajamento e participação que estes tiveram durante as atividades práticas; a percepção de conceitos inerentes ao tema, desenvolvidos e demonstrados pelos estudantes no decorrer das atividades; o desenvolvimento de capacidades atitudinais em relação ao tema.

3. As Sequências de Ensino por Investigação como Proposta de Produto Educacional.

A partir daqui, apresentaremos a você professor(a) o detalhamento de aplicação das duas SEI's propostas como produto educacional, bem como a explicação do passo a passo de cada etapa de ambas, sugestão de materiais e métodos a serem adotados. Contudo, reforçamos que você tem a liberdade de adaptar a utilização de materiais ou a execução das etapas de acordo com o contexto de sua sala de aula, a sua realidade, da escola e de seus estudantes.

A SEI pode ser utilizada em projetos de núcleo diversificado, onde aborda-se temas transversais e interdisciplinares e, no qual o professor possui liberdade de delimitação do assunto a ser estudado. Recomenda-se utilização para anos iniciais do ensino médio, como o 1º ano. Propomos, a você professor(a) a revisão de alguns tópicos de diferentes disciplinas, antes de iniciar, tais como:

- Etapas do método científico, falseabilidade
- Tipos de Matas Ripárias
- Assoreamento
- Definição e caracterização de serapilheira
- Fatores de turbidez da água em cursos hídricos
- Formas de consumo sustentável da água
- Padrões de consumo de água em distintas regiões
- Dados de referência ao quantitativo adequados de consumo
- Transformações de unidades de medidas
- Pegada hídrica

4. Etapas das SEI's

As duas sequências de ensino por investigação apresentadas a seguir, dispõem de etapas a serem perpassadas, para a sua adequada aplicação (Quadro 1). Cada etapa possui suas particularidades e finalidades, no entanto todas são complementares e, juntas, auxiliam o professor a promover uma atmosfera favorável a promoção da AC, em sala de aula, bem como incentiva a autonomia dos estudantes.

Quadro 1: Síntese descritiva das etapas de cada uma das SEI's:

1º Etapa	Diagnóstico dos Conhecimentos Prévios;
2º Etapa	Problematização e Formação de Hipóteses;
3º Etapa	Verificação de Hipóteses;
4º Etapa	Sistematização Coletiva do Conhecimento;
5º Etapa	Sistematização Individual do Conhecimento;
6º Etapa	Socialização dos Conhecimentos.

Fonte: Autoria própria, baseada nos distintos autores citados neste texto.

Antes de adentrarmos na explicação do passo a passo de cada uma das SEI's, apresentaremos a etapa inicial de toda e qualquer Sequência Investigativa: o momento de diagnóstico dos conhecimentos prévios. Tal inserção, anterior a apresentação de cada uma das SEI's, justifica-se por ser uma etapa que pode ser aplicada em qualquer uma das duas SEI's, independente se você, professor, optar por aplicar as duas SEI's abaixo apresentadas, ou apenas uma das duas, de acordo com seus objetivos de ensino. No caso da primeira opção, orientamos que se aplique o diagnóstico do conhecimento prévio dos estudantes, a respeito das distintas facetas envolvendo o tema “degradação dos recursos hídricos”, antes da introdução das SEI's propriamente ditas, visando levantar os conhecimentos prévios dos estudantes.

4.1. Diagnóstico dos Conhecimentos Prévios: entendendo melhor o ponto de partida como premissa para construção de novos saberes

Propomos que o momento de diagnóstico de conhecimentos prévios dos estudantes seja feito lançando-se mão de dois instrumentos de avaliação inicial. Primeiro deve ser distribuído à turma uma atividade escrita (anexo 1), na qual os estudantes irão ter de lidar com uma série de perguntas a serem respondidas discursivamente. Tais perguntas serão a respeito daquilo que eles já sabem a respeito do fazer científico, da relação entre desmatamento e as formas em que os recursos hídricos são deteriorados, da influência das atividades econômicas na quantidade e qualidade de água e do impacto que eles imaginam causar, através do consumo doméstico, na disponibilidade total de água com qualidade, no nosso contexto.

Sugerimos para esta atividade escrita, o espaço de uma aula de 50 minutos, na qual os estudantes terão tempo para desenvolver suas respostas, utilizando todas as informações que possuem. No caso de os estudantes concluírem antes deste período, sugere-se uma breve apresentação posterior de como será a próxima atividade de diagnóstico de conhecimentos prévios: uma roda de conversas, explicando-se a forma em que o(a) professor(a) prefere que a turma seja disposta e organizada para que a atividade seja realizada.

Para a próxima atividade de diagnóstico, a roda de conversas, propomos o tempo de duas aulas de 50 minutos. Nesta atividade o(a) professor(a) pedirá para que a turma se disponha no formato de uma roda, com suas mesas e carteiras, de modo que o professor possa mediar a discussão e acompanhar os apontamentos de cada estudante. Sugerimos um roteiro (anexo 2) com perguntas problematizadoras sobre o assunto, a serem propostas

pelo(a) professor(a), para que se desencadeiem discussões e repostas dos estudantes a partir destas questões apontadas. Sugerimos ao professor, a tomada de nota da participação de cada estudantes, da sua impressão a respeito do grau de conhecimento a respeito do assunto que os estudantes demonstraram ter ao responderem. Sugerimos, ainda, que o(a) professor(a) busque relacionar as respostas dos estudantes na tentativa de promover debates a respeito do tema. Sugerimos que o(a) professor(a) promova a participação dos estudantes, incentivando-os a responderem sempre ponderando que não há problema em dar repostas que este não tem certeza se estão ou não acertadas. Contudo, sugere-se que tal estímulo a participação nunca ultrapasse os limites de timidez e introspecção de cada estudante. Este momento de levantamento de conhecimentos prévios deve ser feito de modo que os estudantes emitam respostas, espontaneamente, a respeito daquilo que eles conhecem sobre o assunto. Sendo assim, a falta de resposta de algum estudante pode ser considerada como falta de domínio inicial, dos estudantes não respondentes, a respeito do assunto.

Propusemos nesta fase inicial duas estratégias de diagnóstico de conhecimentos prévios. Tal variedade justifica-se, amparada na premissa de diversidade da turma. É de se esperar que alguns estudantes sejam mais expansivos e comunicativos, conseguindo expressar aquilo que sabem sobre o tema tanto oralmente como de forma escrita. Contudo é de se esperar também que haja estudantes mais introspectivos e tímidos que conseguirão expor seus conhecimentos iniciais apenas de forma escrita. Portanto, a inserção das duas formas de coleta de informações de conhecimentos prévios demonstra-se interessante por possibilitar aos estudantes introspectivos, uma oportunidade de desenvolver sua oralidade e, também, uma maior certeza do professor de ter conseguido averiguar o conhecimento da maior parte da turma, ou de sua totalidade.

4.2.Recomendações para a Aplicação da SEI “As Árvores Protegem os Rios?”

4.2.1. Problematização e Formação de Hipóteses

Para esta etapa, propomos a quantidade de duas aulas. Dentro deste período, o objetivo será apresentar situações problemas, propor indagações, com a finalidade de provocar oportunidades para que os estudantes consigam discutir e levantar diversas hipóteses sobre as causas que estes julgam acarretar deterioração da qualidade da água, em cursos hídricos. Para esta etapa, estima-se necessário o período de duas aulas.

Como procedimentos didáticos, o(a) professor(a) titular deverá promover uma aula dialogada com estudantes, nos moldes de uma roda de conversa. Com o intuito de apresentar melhor o tema, sugere-se inicialmente a reprodução do documentário “SOS Cerrado” Produzido pela TV Brasil¹⁰. Após isso, o(a) professor(a) irá propor perguntas provocadoras, no intuito de favorecer o aparecimento de hipóteses dos estudantes sobre o tema. Sugerimos algumas possibilidades de proposições para tais perguntas (anexo 3).

O(a) professor(a) também deverá nesta fase, mediar discussões desencadeadas através de análises comparativas entre distintos tipos de ambientes aquáticos: com margens protegidas por matas ripárias e com margens degradadas pelo desmatamento. Sugere-se a inserção de imagens dos distintos tipos de matas ripárias, como as de galeria e as ciliares, bem como ambientes cobertos por serapilheira (anexo 4). Neste momento, o(a) professor(a) deverá pedir para que os estudantes descrevam o que veem nos slides, diferenciando a qualidade da água das distintas imagens, de modo a estimular que, assim, os estudantes construam o seu próprio entendimento e diferenciação dos distintos tipos de mata ripárias, bem como a formação de hipóteses a respeito dos fenômenos que explicariam a situação problema apresentada. Aqui caberá ao professor mediar esta construção de saberes em meio a formação de hipóteses, apontando os termos técnicos correspondentes as descrições realizadas pelos estudantes.

Os estudantes deverão registrar as suas hipóteses em um diário de bordo (anexo 5), distribuído previamente pelo(a) professor(a) para toda a turma. Deverá ser passada a instrução para os estudantes de que estes deverão fazer o registro de suas hipóteses, no decorrer das respostas às perguntas propostas pelo(a) professor(a).

4.2.2. Verificação das Hipóteses

Com as hipóteses da turma levantadas, a respeito da influência da presença ou ausência das matas ripárias em margens de cursos hídricos, será iniciada a fase de verificação de tais hipóteses. Estima-se o período de duas aulas para esta etapa. Para iniciar esta etapa, propomos que o(a) professor(a) divida a turma em três grupos de trabalho em que, todos os integrantes terão funções ativas e distintas na produção de seu experimento. Tais grupos buscarão responder as seguintes questões:

- 1- A presença de vegetação ajuda a manter a água limpa, em dias de chuva?

¹⁰ Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=1WVG-VT_Je40&t=1s , acesso em: 18 de abril de 2023.

- 2- A falta de vegetação deixa a água dos rios suja, em dias de chuva?
- 3- A Serapilheira influencia na turbidez da água, em dias de chuva?

Sugerimos aqui, a inserção do experimento “Erosão Hídrica do Solo”¹¹. Para esta atividade, sugere-se o tempo de duas aulas. O(a) professor(a) deverá levar todos os materiais necessários para distribuir entre os três grupos, tais como: garrafas ou galões pets, tesouras sem ponta, barbante, terra, retalhos de grama fresca coletadas, no máximo, no período de 24 horas antes da atividade, material de serapilheira, um recipiente contendo água reservada. Cada um dos integrantes dos três grupos irá contribuir com esforços para construir o experimento (figura 27) e, feito isso, todo o grupo deverá realizar a demonstração e explicação de seu experimento.

Figura 1: Exemplo de como deverá se dar a montagem do experimento “erosão hídrica” pela turma.



Fonte: Próprio autor

4.2.3 Sistematização Coletiva do Conhecimento

Assim que os estudantes concluírem a produção de seus experimentos, por volta da primeira metade da segunda aula pré-estabelecida para realização da atividade, cada grupo irá demonstrar para toda a turma e para o(a) professor(a) a simulação do efeito da chuva em seu ambiente. Estimamos que esta etapa seja aplicada ao longo de uma aula.

O(a) professor(a) lançará mão de questões como: “Que tipo de ambiente vocês buscaram simular?”, “o que a chuva provocou no seu ambiente?”, “como está a condição

¹¹ Detalhamento do experimento, disponível em: <https://solonaescola.blogspot.com/2011/11/experimentos-6.html>

da água, resultante da passagem pelo seu ambiente?”, “A sua hipótese foi confirmada ou não? Por que?”. O(a) professor(a) deve pedir o auxílio do restante da turma para a arguição de cada grupo que for apresentar, utilizando-se para tal questões como as propostas anteriormente.

Propomos que o(a) professor(a) utilize as apresentações dos estudantes (figura 28) como um dos instrumentos avaliativos, levando-se em conta critérios como: Desenvoltura na explicação do fenômeno, participação com algum tipo de fala, explicação de como o seu experimento foi confeccionado, conexão demonstrada nas explicações da simulação com o ambiente real alvo de simulação, detalhamento dos fenômenos ocorridos, estabelecendo-se relações de causa e efeito

Figura 2: Exemplo de como deverá se dar a etapa de sistematização coletiva do conhecimento da SEI: “As Árvores Protegem os Rios?”



Fonte: Próprio autor.

4.2.3. Sistematização Individual do Conhecimento

Para a fase de escrever e desenhar, o(a) professor(a) deverá distribuir para toda a turma uma atividade impressa (anexo 6), com atividades discursivas e artísticas para que os estudantes demonstrem individualmente os seus conhecimentos adquiridos. Estimamos que esta etapa deva ocupar o espaço de uma aula.

Recomenda-se que o professor aproveite esta oportunidade como um dos componentes avaliativos do desempenho dos estudantes, durante as SEI's, levando-se em conta critérios como os novos conhecimentos que o estudante demonstrou adquirir com a atividade, a assertividade no detalhamento do percurso metodológico investigativo percorrido, a qualidade das conclusões obtidas.

Recomendações para a Aplicação da SEI “Em nossas Casas Consumimos mais Água que o Necessário? Essa Quantidade é Maior ou Menor do que a Quantidade Necessária para Produção dos Alimentos que comemos?”

4.2.4. Problematização e Formação de Hipóteses

Para problematizar o tema e criar um ambiente a participação e adjacente formação de hipóteses pela turma, o(a) professor(a) deverá, ao longo de duas aulas, lançar mão de uma aula dialogada, em formato de roda de conversas, com a turma.

Durante esta aula, o professor distribuirá um diário de bordo (anexo 7) para que os estudantes possam registrar suas hipóteses a respeito do tema. Tais hipóteses deverão prever respostas e suas explicações para questões como:

- ❖ Em minha casa, eu e minha família consumimos mais água que o necessário?
- ❖ O que gasta mais água: A produção dos alimentos que comemos ou eu e a minha família durante 1 mês?

Utilizando-se de recursos como o projetor de slides e/ou quadro e giz/pincel, o(a) professor(a), no decorrer da aula deverá discutir com a turma dados oficiais a respeito do quantitativo médio necessário de água para suprimento de diversas demandas (anexo 8): para suprimento das necessidades básicas humanas; dados do quantitativo de água consumido em diversas regiões do planeta e do Brasil; bem como informações a respeito das principais fontes demandantes de água, tanto domésticas quanto econômicas e, por fim, dados que dão conta do quantitativo necessário de água para produção de alimentos inerentes a nossa rotina alimentar diária.

Deverão ser feitas, entre turma e professor(a), discussões, reflexões e análises comparativas entre tais dados. Para assim, chegar-se ao ponto em que os estudantes apontem suas hipóteses a respeito do patamar em que estes estimam encontrarem-se em relação ao consumo de água, no contexto de diversas perspectivas.

4.2.5. Verificação das Hipóteses

A partir das hipóteses da turma já formadas, iniciar-se-á a etapa de verificação das etapas. Nem sempre esta etapa precisa ser na forma de realização de experimentos ou atividades práticas. Ser Cientista também compreende o exame de dados, realização de

cálculos e até análises comparativas entre informações, para determinar-se inferências sobre uma infinidade de assuntos. Neste caso, o objetivo será descobrir se a hipótese de cada um dos estudantes, a respeito de suas estimativas de consumo de água em relação a diversos contextos, será corroborada ou refutada pelos dados das contas de água de suas casas.

Para tal, sugerimos que, o professor peça aos estudantes com uma aula de antecedência, para que tragam de suas casas a conta de água mais recente podendo ser a original, cópia ou até fotografia da foto, pelo celular do(a) estudante. Visando evitar esquecimentos, sugere-se reforço do pedido através dos meios disponíveis como grupo de WhatsApp da turma, e-mail da turma, Google Classroom da turma, reiteração para os colegas, por parte do(a) representante da turma.

Com as contas trazidas pelos estudantes, sugerimos que esta atividade seja desenvolvida no curso de 1 aula. Os estudantes analisarão os dados de suas contas, realizarão cálculos para obter-se a média de consumo de água diária e mensal, dos últimos 30 dias. Realizarão conversão de unidades de medidas como de metro cúbico para litros. O professor deverá lembrar com os estudantes como este cálculo é realizado. Todas as informações obtidas pelos estudantes serão inseridas em um roteiro de pesquisa previamente distribuído pelo(a) professor(a) (anexo 9).

Na possível eventualidade de algum(ns) estudante(s) não levarem as tarifas de água, para o dia da atividade, sugerimos que o professor forme grupo entre este(a) e algum(a) outro(a) estudante da turma que tenha trazido.

O(a) professor(a) poderá, a seu critério, utilizar os roteiros de pesquisa como instrumento avaliativo dos estudantes, levando-se em consideração critérios como: esforço para preencher todas ou a maioria das lacunas, precisão dos cálculos, efetividade obtida nas análises comparativas.

4.2.6. Sistematização Coletiva do Conhecimento

Nesta fase, propomos que a turma se divida em dois grupos: um o grupo de estudantes que obtiveram inferências que os indicam consumirem mais água do que o indicado pela ONU como necessário para suprimento das demandas básicas de um ser humano. O outro grupo, de estudantes que ficaram dentro do quantitativo indicado.

O(a) professor(a) deverá mediar uma discussão, no período de uma aula, em que cada grupo irá apresentar para o outro as possíveis causas que estes atribuem para o resultado obtido. Podem ser feitas questões de um grupo para o outro, pedindo-se

apontamento de hábitos de tempo gasto para banho, ou se os estudantes tem em casa piscinas ou poços artesianos que são possíveis fatores que influenciam um excesso ou escassez de consumo hídrico, demonstrado nas faturas.

O(a) professor(a) deverá estimular os estudantes a construir e proporem conceitos atitudinais que possam dar conta de reverter possíveis excessos no consumo de água ou mesmo a respeito da importância de restringir-se ao consumo adequado.

Deverá ser realizada também, uma discussão a respeito da relação que cada estudante fez entre o seu consumo hídrico pessoal e o de sua família com o quantitativo utilizado para produção de certos alimentos, na abordagem do tema pegada hídrica. Aqui, será uma oportunidade para que os estudantes esbocem suas impressões a respeito dos resultados obtidos. Por exemplo: Será que os estudantes ficarão surpresos, ao constatarem que toda a sua família, durante 1 mês, gasta menos água do que a produção de 1 kg de determinado alimento como a margarina ou a carne vermelha? Aqui será uma ótima oportunidade para que os estudantes reflitam e debatam sobre os seus hábitos de consumo de certos alimentos e possibilidade de substituí-los, por equivalentes que demandem menos água.

Nessas discussões, recomendamos que o(a) professor(a) busque estabelecer um paralelo entre consumo de água para o fomento de atividades econômicas/industriais e o consumo doméstico dos estudantes. Tais discussões podem ser feitas baseadas na premissa de que a produção de alimentos é um tipo de atividade econômica.

O(a) professor(a) poderá utilizar as falas, apontamentos e participações dos estudantes como instrumento avaliativo, considerando-se critérios como: constatação de tomada de consciência a respeito da importância de não se desperdiçar água; constatação de desenvolvimento de compreensão a respeito do impacto que estes, em suas casas, ou através de sua alimentação geram para os recursos hídricos. Desenvolvimento de conceitos atitudinais que permitam os estudantes enxergarem novas perspectivas de hábitos para contribuir com um maior zelo por este patrimônio essencial a vida, que é a água.

4.2.7. Sistematização Individual do Conhecimento

Para esta etapa da presente SEI, propomos uma atividade impressa distribuída pelo professor (anexo 10). Nesta atividade, os estudantes deverão demonstrar através de desenhos, situações que possam levar ao desperdício em suas casas. Deverão demonstrar, dentro do período de uma aula, as noções desenvolvidas a respeito do tema estudado e

como a sua prática de investigação científica o(a) levou a chegar nas respostas que procuravam.

5. Socialização das Descobertas

No universo Acadêmico/Científico, as descobertas de um pesquisador precisam passar por escrutínios dos seus pares e de toda a sociedade. Neste sentido, visando um reforço na promoção da enculturação Científica nos estudantes, propomos a presente etapa.

Os estudantes deverão formar grupos de 3 a 5 estudantes, cada um. Para cada grupo será sorteada uma sugestão de abordagem para apresentação de um determinado tema, percorrido dentre as diversas etapas das SEI's (anexo 11).

Para as atividades realizadas somente por uma parte da turma, como realização de experimento simulatório acerca do efeito da chuva em um determinado tipo de ambiente aquático, sugerimos que o grupo que produziu o seu respectivo experimento, seja o responsável pela construção de uma apresentação para esta etapa da socialização.

Os estudantes deverão utilizar o tema sorteado para desenvolver em uma cartolina, dentro do prazo de duas aulas, através de desenhos, esquemas e palavras chaves o caminho percorrido para chegar-se a repostas para uma determinada investigação realizada. Os estudantes deverão detalhar: suas hipóteses iniciais, a forma como testaram estas hipóteses, os resultados destes testes, a corroboração ou refutação de suas hipóteses.

Para a apresentação, sugerimos que sejam convidados profissionais acadêmicos externos, professores de outras disciplinas e profissionais da comunidade escolar. Cada grupo irá apresentar, durante duas aulas, por meio de falas de todos os integrantes, como foi cada etapa de sua investigação. A turma, o público convidado e o professor titular da turma deverão realizar a arguição do grupo, no sentido de buscarem entender as bases de confiabilidade das descobertas que os estudantes demonstraram ter chegado, após suas investigações.

O professor deverá tomar nota de suas impressões das apresentações de cada estudantes, de modo possibilitar a construção de uma avaliação do desempenho dos estudantes.

Deste modo, se dará por encerrado o circuito de aplicação das duas SEI's para a sua turma, a respeito das distintas facetas de degradação dos recursos hídricos.

6. Considerações Finais

Caro(a) professor(a), esperamos que as Sequências Investigativas acima propostas possam ser instrumentos de aulas dinâmicas, atrativas e que despertem grande interesse e engajamento de seus estudantes. Durante a aplicação desta atividade poderão surgir desafios, visto uma possível passividade dos estudantes, oriunda do contexto conteudista que o nosso sistema de ensino se encontra imerso. No entanto, não temas! É natural que os primeiros passos rumo à tomar para si a responsabilidade de lidar com desafios e a busca por soluções criativas que os façam frente, sejam os mais difíceis.

Contudo, após o contato inicial dos estudantes com esta nova proposta pedagógica e com o auxílio do(a) profissional brilhante que você é, os seus estudantes rapidamente darão passos largos em direção a autonomia e a liberdade que a educação construtivista pode proporcionar!

Desejamos êxito em sua jornada. Foi uma grande alegria contar com a sua leitura.

Com Carinho,

Os Autores.

7. Referências Bibliográficas

ANDRADE, G. T. B. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Revista Ensaio**. v. 13. n. 01. Jan-abr. 2011. p. 121-138.

BARROW, L.H. Uma breve história da investigação: De Dewey aos padrões. **Revista de Formação de Professores de Ciências**, V. 17, N. 3, pág. 265-278, 2006.

CARVALHO, A. M. P. de et al. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: **Cengage Learning**, v. 1, p. 1-19, 2013.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, jan. / abr. 2003.

LORENZON, M; HERRMANN, S.. Investigar na Educação Básica: Caminhos Para o Desenvolvimento da Alfabetização Científica. **Revista Signos**, Lajeado-RS, v. 41, n. 1, 2020.

PELLA, M.O.; O'HEARN, G.T.; GALE. Referents to scientific literacy. **Journal of Research in Science Teaching**, v.4, n.3, p.199-208, 1966.

PENICK, J.E. Ensinando "alfabetização científica". **Educar em Revista**, n. 14, p. 91-113, 1998.

REIS, G.A.; SILVA. C., Vieira, L.; OLIVEIRA, E.C. O conceito de Alfabetização Científica e a possibilidade de interações entre cinco competências gerais da Base Nacional Comum Curricular-BNCC. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e831986507-e831986507, 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**. São Paulo, V. 16, n. 1, p. 59 – 77, 2011.

SCARPA, D. L.; SASSERON, L. H.; SILVA, M.B. da. O ensino por investigação e a argumentação em aulas de ciências naturais. **Tópicos Educacionais**, v. 23, n. 1, p. 7-27, 2017.

SILVA, L.C.; DE OLIVEIRA, J.R.S. Interfaces entre o método de estudo de casos e a abordagem experimental investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, Mato Grosso, v. 15, n. 3, p. 517-532, 2020.

SPERANDIO, M. R. C. et al. **Ensino de ciências por investigação para professores da educação básica: dificuldades e experiências de sucesso em oficinas pedagógicas**. 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

8. Anexos

Anexo 1 – Questionário – Levantamento de conhecimentos prévios sobre o tema “Degradação dos Recursos Hídricos” (1º etapa das SEI’s).

Turma: _____

Data: __/__/__

Aluno(a): _____

- 1- As ações dos seres humanos podem influenciar na quantidade e qualidade da água que temos em nosso planeta? De que forma?

- 2- Na sua opinião, qual atividade humana causa mais impactos negativos na quantidade e qualidade de água disponível em nosso planeta? Explique.

- 3- Os comportamentos que temos em nosso dia a dia podem afetar na quantidade/qualidade de água em nosso planeta? Explique.

- 4- Qual atividade causa maior impacto na disponibilidade de água: econômicas ou as atividades domésticas?

5- A presença ou ausência de árvores interfere na qualidade/quantidade de água disponível em nosso planeta?

6- Se você observasse um lago/riacho ou rio e percebesse que, neste local, a água apresenta mau cheiro e um aspecto sujo, o que você faria se quisesse confirmar que aquele local está realmente poluído?

7- Em caso de confirmação de poluição, o que você acha que poderia estar causando esta poluição neste lago/rio/riacho?

Anexo 2: Roteiro da roda de conversas, sobre degradação dos recursos hídricos (Para a etapa de Diagnóstico de Conhecimentos Prévios)

Roteiro da Roda de Conversas

Em um primeiro momento será apresentado o tema “Degradação dos recursos hídricos” para a turma. Aqui o professor, ao longo de uma roda de conversas, realiza perguntas aos alunos sobre o tema estudado, a fim de averiguar aquilo que eles já sabem sobre o tema com as seguintes questões:

1º - O que são Recursos hídricos?

2º - Em que lugar eles estão?

3º - Eles são importantes para a manutenção da vida na Terra? E para nós, humanos? De que forma?

4º - Os recursos hídricos são escassos ou abundantes?

5º - Os recursos hídricos correm o risco de um dia acabar?

Em um segundo momento da roda de conversas o professor irá propor questões, para os alunos, sobre os problemas existentes em nossa sociedade e no comportamento humano que podem representar riscos que contribuam para uma escalada na escassez dos recursos hídricos.

6º - O desmatamento pode prejudicar os rios e outros ambientes onde tem cursos de água? De que forma?

7º - As árvores ajudam a estabilizar as margens de rios, preservar a água ali presente e a Biodiversidade ali presente?

8º - Qual ambiente você considera que as águas estejam mais protegidas: um rio com árvores em volta, ou um com pasto em volta? Por quê?

9º - Os nossos hábitos em casa, podem contribuir para acelerar a crise hídrica? De que forma?

10º - Os nossos hábitos alimentares podem contribuir para acelerar a crise hídrica? De que forma?

11º - O comportamento de jogar lixo e/ou poluir as ruas, podem causar problemas relacionado aos recursos hídricos? De que forma?

Anexo 3- Lista com sugestões de perguntas provocadoras de hipóteses, sobre o tema “as árvores protegem os rios?” (A ser Aplicado no Momento de Problematização e Formação de Hipóteses da 1º SEI).

Sugestão de Perguntas Provocadoras de Hipóteses

- 1- Quais as atividades econômicas, apresentadas no documentário, que se mostraram como potenciais ameaças a preservação dos recursos hídricos?
- 2- Vocês acham que as árvores possuem função de ajudar no abastecimento das reservas de água subterrâneas?
- 3- Vocês acham que o desmatamento pode ter algum tipo de efeito nos cursos de água na natureza, como rios, lagos e riachos?
- 4- (Se os estudantes responderem que sim): Certo! Quais são estes efeitos, que o desmatamento causa, nos cursos de água na natureza?
- 5- (Na ausência de respostas, ou se os estudantes responderem que não): Quando não tem árvores nas margens de rios, ou lagoas o que pode acontecer quando ocorre uma chuva?
- 6- Para garantirmos cursos de água, na natureza, com águas limpas e preservadas, como deve ser o ambiente nos arredores deste ambiente aquático?
- 7- Quando vocês andam na natureza, em baixo das árvores, o que vocês costumam encontrar no chão?
- 8- Quando chove, vocês acham que esta matéria orgânica (Serapilheira), tem algum efeito na água, antes que ela chegue até dentro dos cursos d'água, como os rios?

Anexo 4 - Lista de sugestões de imagens, referenciadas, sugeridas para abordagem do tema “tipos de mata ripárias” através de apresentação de slides e discussões com a turma.



Imagem 1¹²: fotografia feita em região do município de Catas Altas-MG, retratando a mata de galeria. Imagem 2¹³: fotografia retratando a mata ciliar. Imagem 3¹⁴: Mata Ripária, do tipo ciliar, Rio Parnaíba, Parque Nacional Nascentes do Rio Parnaíba, MA. Imagem 4¹⁵: Ambiente aquático degradado sem a presença das matas ripárias nas margens. Imagem 5¹⁶: Fotografia evidenciado ambiente com Serapilheira.

¹² Acesso em: http://labs.icb.ufmg.br/pteridofitas/ptemg_coleta.htm

¹³ Acesso em: <http://projointegradoricfetaua20174tema4.blogspot.com/2017/11/ciencias-ambientais.html>

¹⁴ Acesso em: <https://www.icmbio.gov.br/projetojalapao/pt/biodiversidade-3/fitofisnomias.html?start=6>

¹⁵ Acesso em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2012/05/28/codigo-florestal-governo-facilita-regularizacao-de-pequenos-produtores-1>

¹⁶ Créditos da Imagem: Anderson Grapiúna / Acessado em: <http://wwwbiodersongrapiuna.blogspot.com/2013/09/serrapilheira.html#>

Anexo 5 - Diário de bordo para registro das hipóteses formuladas pelos estudantes, durante a aplicação da 1º SEI.

Turma: _____

Data: ___ / ___ / ___

Aluno(a): _____

Investigação: “As Árvores protegem os Rios?
Quais são as Suas Hipóteses?

1- Imagine que esteja acontecendo uma forte chuva, em um rio. Partindo deste pressuposto, descreva o que você prevê que vá acontecer nos seguintes tipos de rios:

a- Em um rio que não tem árvores em suas margens

b- Em um rio que tem árvores em suas margens

c- Em um rio que tem serapilheira em suas margens

Anexo 6- Atividade de sistematização individual do conhecimento para a etapa de “desenhar e escrever” da 1º SEI:

Turma: _____

Data: ___ / ___ / ___

Aluno(a): _____

Investigação – “Árvores Protegem os Rios?”

1- Descreva, com suas palavras, no espaço abaixo todo o roteiro de sua pesquisa, desde a pergunta de sua pesquisa, como seu grupo fez para responder a esta pergunta, os resultados que você obteve e o que estes resultados te indicam: a hipóteses do seu grupo foi confirmada ou não?

2- Desenhe dois ambientes limnológicos: um protegido e outro devastado.

Ambiente Protegido	Ambiente Devastado

Anexo 7- Diário de bordo para registro das hipóteses formuladas pelos estudantes, durante a aplicação da 2º SEI.

Turma: _____

Data: ___/___/___

Aluno(a): _____

Investigação: “Em nossas Casas Consumimos mais Água que o Necessário? Essa Quantidade é Maior ou Menor do que a Quantidade Necessária para Produção dos Alimentos que comemos?”

Quais são as Suas Hipóteses?

1- Considere o consumo de água durante o período de 30 dias, por você e pela sua família. Leve em consideração as formas que vocês desperdiçam e/ou economizam água. Após isso nos descreva suas previsões:

a- Durante 1 mês, toda minha família, em média, gasta mais água do que precisaríamos para as atividades básicas?

b- Durante 1 mês, eu gasto em média mais água do que preciso para suprir as minhas atividades básicas?

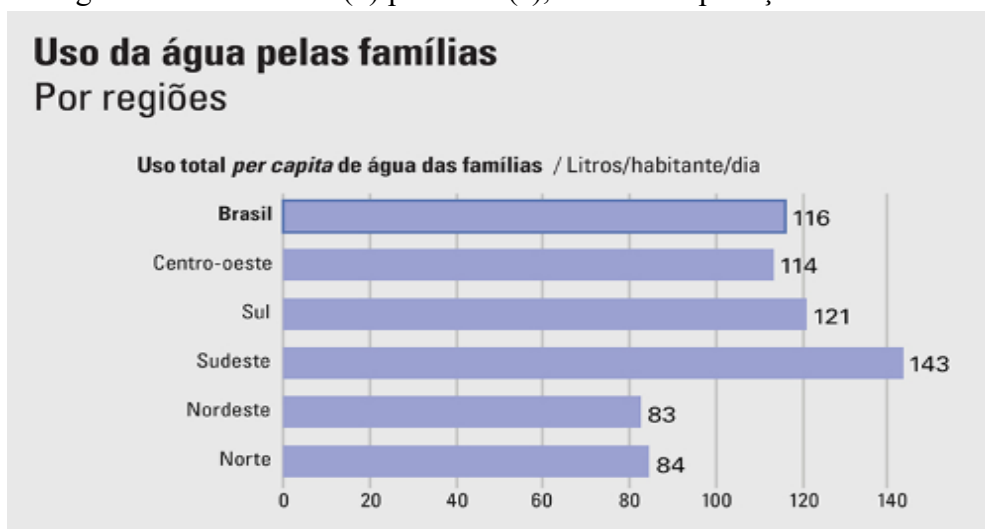
2- Em relação aos alimentos presentes em nosso dia a dia, nos descreva as suas previsões:

a- Os alimentos que eu geralmente consumo, gastam mais ou menos água para serem produzidos, do que toda a minha família durante 1 mês?

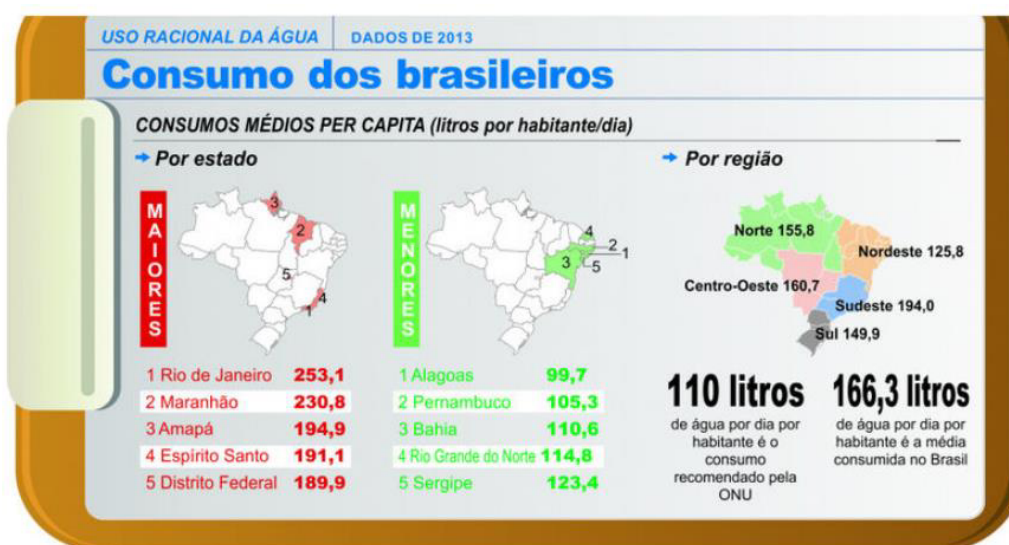
b- Os alimentos que eu geralmente consumo, gastam mais ou menos água para serem produzidos do que eu durante 1 mês?

Anexo 8- Lista de dados oficiais para o(a) professor(a) embasar o andamento das atividades durante a 2º SEI:

Listagem de dados úteis a(o) professor(a), durante a aplicação da 2º SEI:



Fonte: Portal Ondas Brasil¹⁷



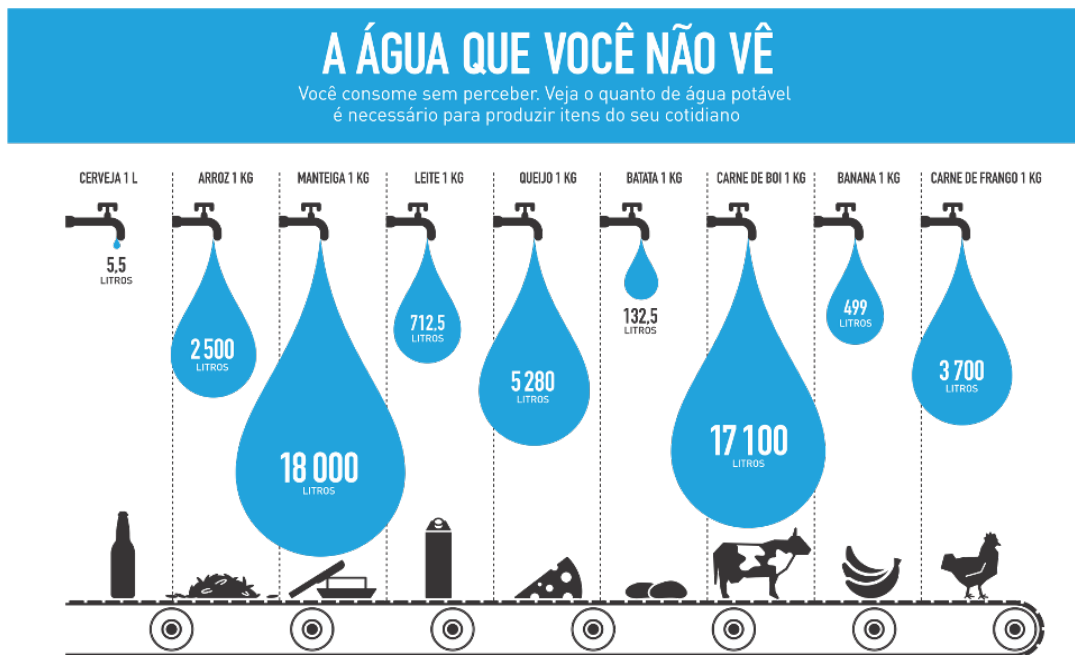
Fonte: Portal O Progresso¹⁸

¹⁷ Disponível em: <https://ondasbrasil.org/consumo-de-agua-das-familias-brasileiras-diminui-apontado-estudo-do-ibge/>, Acessado em 29 de Abril de 2023.

¹⁸ Disponível em: <https://www.progresso.com.br/mundo/consumo-de-agua-em-ms-esta-abaixo-da-media-nacional/145888/>, Acessado em 29 de Abril de 2023.

País	Consumo per capita (litros/dia para cada habitante)
Estados Unidos	575
Itália	385
México	365
Noruega	300
Alemanha	195
Brasil	185
Índia	135
China	85
Gana	35
Etiópia/Haiti	15

Fonte: Portal Mundo Educação¹⁹



Fonte: Portal Acqua Solution²⁰

¹⁹ <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/consumo-agua-no-mundo.htm> , acessado em 29 de Abril de 2023.

²⁰ <https://acquablog.acquasolution.com/pegada-hidrica-a-agua-que-voce-nao-ve/> , Acessado em 29 de Abril de 2023.

Anexo 9 - Roteiro de pesquisa para preenchimento de dados obtidos durante a etapa de verificação das hipóteses da 2º SEI:

Turma: _____

Data: ___/___/___

Aluno(a): _____

Roteiro das Pesquisas: “em nossas casas consumimos mais água do que o necessário?” e “os alimentos que comemos gastam mais água para serem produzidos do que nós, no nosso dia a dia?”

1- Qual foi a média de consumo de água da sua casa dos últimos 90 dias?

Expresse o resultado em m³ e em litros.

2- Quantas pessoas tem na sua casa? Em média, quanto em litros cada pessoa consome de água em 30 dias?

3- Quantos litros de água você consome por dia, em média?

4- Considerando que a ONU indica que cada pessoa deve gastar em torno de 3 mil e 300 litros de água por mês e baseado nos seus resultados, você considera que consome mais ou menos água que o necessário? Por quê?

5- Você Consome mais ou menos água, em relação à média brasileira e a média do Centro Oeste de consumo de água?

6- Em relação a pegada Hídrica, responda:

a- O que gasta mais água: toda a sua família em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?

b- O que gasta mais água: Você em 30 dias ou a produção de 1 kg de carne bovina?

c- O que gasta mais água: você durante 30 dias ou a produção de 1 kg de banana?

7- Quais hábitos você julga que são os mais importantes para serem tomados, com o objetivo de ter um consumo de água melhor?

Anexo 10 - Atividade de sistematização individual do conhecimento para a etapa de “desenhar e escrever” da 2º SEI:

Turma: _____

Data: ___ / ___ / ___

Aluno(a): _____

Investigação: “Em nossas Casas Consumimos mais Água que o Necessário? Essa Quantidade é Maior ou Menor do que a Quantidade Necessária para Produção dos Alimentos que comemos?”

Descreva o que você aprendeu, ao longo desta investigação!

1- Qual a quantidade de água necessária para atender a todas as minhas necessidades básicas?

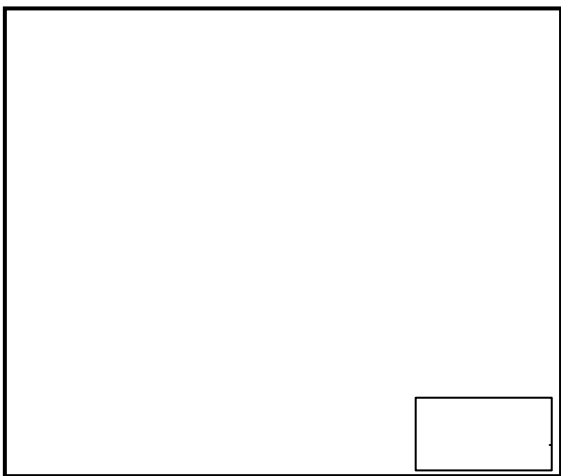
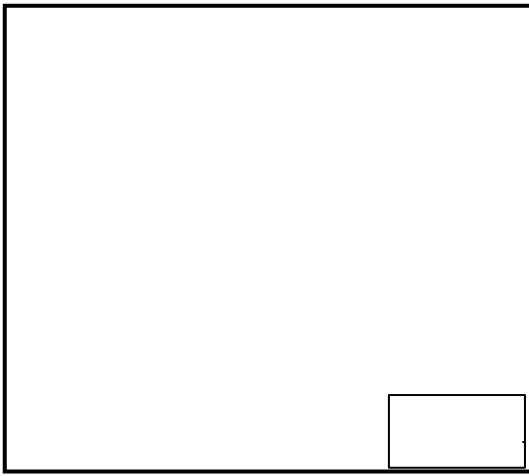
2- Descreva comportamentos que ajudam a economizar água, em casa, durante o nosso dia a dia:

3- Descreva comportamentos contribuem para o desperdício de água, em casa, durante o nosso dia a dia:

1

4- Qual a atividade que consome mais água: as atividades econômicas como a produção de alimentos pela indústria alimentícia, ou nós durante o nosso dia a dia em nossas atividades domésticas? Explique!

5- Desenhe dois tipos de alimentos que você consome durante o seu dia a dia, e especifique a quantidade de água necessária para produção deste alimento:

	
--	---

Anexo 11- Listagem de sugestões de temas a serem sorteados e distribuídos entre distintos grupos da turma para a etapa de socialização dos conhecimentos.

Professor(a): Recorte, dobre e sorteie para um membro de cada grupo, os seguintes temas:

1° tema: O Desmatamento Prejudica os Rios?

2° tema: Tipos de Matas Riparias

3° tema: As Árvores e a Vegetação Protegem os Rios?

4° tema: A Serapilheira ajuda a Proteger os Rios?

5° tema: Em nossas casas, gastamos mais água do que o necessário?

6° tema: Os alimentos que comemos gastam mais ou menos água para serem produzidos do que eu em um mês?