

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA**

**“Um estudo da qualidade da água do Rio dos
Porcos: indícios de aprendizagem de conceitos
científicos”**

Laís Zambini Coletto Curti

Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do título de
MESTRE(A) PROFISSIONAL EM QUÍMICA,
área de concentração: ENSINO DE
QUÍMICA

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Clelia Mara de Paula Marques

*** Etec Dr. Adail Nunes da Silva**

São Carlos - SP

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Química

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Lais Zambini Coletto Curti, realizada em 27/02/2020:

Prof. Dra. Célia Mara de Paula Marques
UFSCar

Prof. Dra. Dulcizete Aparecida Volante Zanon
UFSCar

Prof. Dr. Mauro Carlos Romanatto
UNESP

*Dedico à minha filha
A melhor companheira dessa vida,
O amor da minha vida.*

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À minha orientadora *Prof.^a. Dr.^a. Clelia Mara de Paula Marques* pela orientação, paciência e aprendizagem.

Às professoras do Departamento de Química e de Metodologia de Ensino da UFSCar *Roberta Cerasi Urban* e *Dulcimeire A. V. Zanon* por terem participado de todas as de avaliação desta dissertação.

A *direção, aos professores, alunos (as), pais de alunos (as) e funcionários* da Escola Técnica Dr. Adail Nunes da Silva, pelo apoio a minha pesquisa

Ao *Programa de Pós-Graduação em Química* da Universidade Federal de São Carlos.

A minha amiga *Marina Campopiano* pela força, cumplicidade e irmandade.

A todos aqueles que de alguma forma me ajudaram neste trabalho.,

E principalmente à *minha filha* por ter sido meu porto seguro em todos os momentos.

Meu muito obrigada.

LISTA DE ABREVIATURAS

CTS- Ciências, Tecnologia e Sociedade.

CTSA- Ciências, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente

ONU- Organização das Nações Unidas

PCNEM- Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.5- Exemplo de mapa mental.....	27
FIGURA 2.5- Mapa conceitual 1.....	28
FIGURA 3.5- Mapa conceitual 2.....	29
FIGURA 4.5- Mapa conceitual 3.....	30
FIGURA 5.5- Peagâmetro Quimis.....	33
FIGURA 6.5- Condutímetro utilizado no experimento.....	34
FIGURA 7.5-Realização do experimento de Oxigênio Dissolvido.....	35
FIGURA 8.5- Pesagem palha de aço após cinco dias.....	36
FIGURA 9.5- Teste para coliformes fecais.....	37
FIGURA 10.5- Mapa conceitual final 1.....	51
FIGURA 11.5- Mapa conceitual final 2.....	51
FIGURA 12.5- Mapa conceitual final 2 continuação.....	51
FIGURA 13.5- Mapa conceitual final 3.....	52
FIGURA 13.5-Página inicial do site criado 1.....	54
FIGURA 14.5- Página inicial do site criado 2.....	54
FIGURA 15.5- Resultados disponíveis no site criado.....	55

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.4- Planejamento Metodológico do desenvolvimento das atividades realizadas na escola.....	14
QUADRO 2.5- Questionário Prévio.....	18
QUADRO 3.5 - Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 1.....	18
QUADRO 4.5- Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 2.....	20
QUADRO 5.5 - Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 3.....	22
QUADRO 6.5 -Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 4.....	24
QUADRO 7.5 -Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 5.....	25
QUADRO 8.5- Regra de três obtida do artigo para cálculo do OD.....	36
QUADRO 9.5- Questionário final.....	42
QUADRO 10.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 1.....	42
QUADRO 11.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 2.....	44
QUADRO 12.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 3.....	45
QUADRO 13.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 4.....	46
QUADRO 14.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 5.....	48

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.5- Valores de pH em três diferentes pontos do Rio dos Porcos.....	33
TABELA 2.5- Valores da condutividade elétrica em três diferentes pontos do Rio dos Porcos.....	34
TABELA 3.5- Valores de Oxigênio Dissolvido.....	36
TABELA 4.5- Resultados obtidos experimento coliformes fecais.....	37

RESUMO

“UM ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO RIO DOS PORCOS: INDÍCIOS DE APRENDIZAGEM DE CONCEITOS CIENTÍFICOS”. O ensino de Química visa estabelecer relações com uma abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, se faz cada vez mais importante e necessário nos dias de hoje. A escola tem o papel de formar cidadãos que consigam conciliar seus conhecimentos adquiridos no ambiente escolar juntamente com o meio social onde vivem. Com os problemas ambientais que surgem e diante das discussões sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade, cresceu no mundo inteiro um movimento que passou a refletir criticamente sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. Na realização dessa pesquisa foi utilizada uma sequência didática dividida em dezoito aulas, nove etapas para investigar a qualidade da água do Rio dos Porcos. O desenvolvimento iniciou-se com a aplicação de um questionário e do mapa conceitual inicial. Posteriormente por meio do ensino por investigação quatro experimentos foram escolhidos pelos estudantes em artigos de revistas e realizados com as águas coletadas de três pontos do Rio pelos alunos. Os resultados foram discutidos com base na legislação vigente e mostraram que a população de Taquaritinga causa impacto sobre o Rio dos Porcos, principalmente no ponto localizando perto da escola local de estudo. Para finalização do estudo os estudantes responderam um questionário final e reelaboraram o mapa conceitual inicial e construíram um site onde o link está disponível no site da escola. Com isso a população local terá acesso as principais análises e seus resultados sem custo algum. Os estudantes conseguiram estabelecer relações CTSA após a aplicação da sequência didática e foi possível notar indícios de aprendizagem tanto com a aplicação dos questionários quanto com os mapas conceituais. As atividades investigativas experimentais utilizadas caracterizaram-se por promover a valorização da experimentação no Ensino de Química e quando associadas a uma temática que permitiu a contextualização, a atividade teve contribuição efetiva na aprendizagem, envolvimento dos alunos e da professora. O tema proposto sobre qualidade da água do Rio dos Porcos permitiu associar o conteúdo a ser explorado no 2º ano do Técnico em Química integrado ao ensino médio, com a disciplina de Química Ambiental.

ABSTRACT

“A STUDY OF THE QUALITY OF WATER IN RIO DOS PORCOS: LEARNING INDICATIONS OF SCIENTIFIC CONCEPTS”. Chemistry teaching aims to establish relations with an approach in Science, Technology, Society and Environment, it is becoming more and more important and necessary nowadays. The school has the role of forming citizens who are able to reconcile their knowledge acquired in the school environment together with the social environment where they live. With the environmental problems that arise and in the face of discussions about the nature of scientific knowledge and its role in society, a movement has grown around the world that has come to reflect critically on the relationship between Science, Technology and Society. In carrying out this research, a didactic sequence divided into eighteen classes was used, nine steps to investigate the water quality of the Rio dos Porcos. The development started with the application of a questionnaire and the initial concept map. Later, through teaching by investigation, four experiments were chosen by students in magazine articles and carried out with the water collected from three points in Rio by the students. The results were discussed based on current legislation and showed that the population of Taquaritinga has an impact on the Rio dos Porcos, mainly at the point located near the local school of study. To complete the study, students answered a final questionnaire and reworked the initial concept map and built a website where the link is available on the school's website. With this, the local population will have access to the main analyzes and their results at no cost. The students were able to establish CTSA relationships after the application of the didactic sequence and it was possible to notice signs of learning both with the application of the questionnaires and with the concept maps. The experimental investigative activities used were characterized by promoting the valuation of experimentation in the Teaching of Chemistry and when associated with a theme that allowed contextualization, the activity had an effective contribution in learning, involving students and the teacher. The proposed theme on water quality in Rio dos Porcos allowed to associate the content to be explored in the 2nd year of the Chemistry Technician integrated to high school, with the discipline of Environmental Chemistry.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
-------------------------	----------

1.INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 2	4
2. QUESTÃO DE PESQUISA	4
2.1- Objetivo	4
2.1.1- Objetivos Específicos	4
CAPÍTULO 3	5
3- REFERENCIAIS TEÓRICOS	5
3.1- A abordagem CTSA no ensino de Química	5
3.2-A contextualização no ensino de Química	6
3.3-O ensino por investigação e a experimentação	8
3.4- Utilização de espaço não-formal	10
3.5- Utilização de Portfólios e Mapas Conceituais	11
CAPÍTULO 4	13
4. METODOLOGIA	13
4.1- Caracterização do Rio dos Porcos	13
4.2- Caracterização do Ambiente Escolar	13
4.3- Abordagem Metodológica Utilizada	13
CAPÍTULO 5	17
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
ETAPA 1- Entrega dos Termos de Assentimento e Consentimento	17
ETAPA 2- Aula em espaço não formal	17
ETAPA 3- Questionário prévio e mapa conceitual	17
ETAPAS 4 e 5- Ensino por investigação/ antes da experimentação	30
ETAPA 6- Experimentação	32
6.1. Primeiro experimento – pH	32
6.2. Segundo experimento- condutividade elétrica	34
6.3. Terceiro experimento-oxigênio dissolvido	35
6.4. Quarto experimento -coliformes fecais	37
ETAPA 7- Discussão dos resultados	38

ETAPA 8- Apresentação de vídeos	41
ETAPA 9- Finalização.....	42
9.1. Mapas conceituais iniciais x mapas conceituais finais.....	50
CAPÍTULO 6	57
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
ANEXOS	64
ANEXO A- MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS E FINAIS.....	64
ANEXO B- TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	69
ANEXO B- TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	71

1.INTRODUÇÃO

De modo geral, o ensino brasileiro ainda é pouco evoluído, pois não existe certa compreensão da importância da educação para a formação do indivíduo como cidadão brasileiro. Além do mais, enfrentam-se problemas sérios com as taxas do analfabetismo. Se tratando das escolas de Ensino Médio, são poucas as que ministram aulas de Química enfatizando a parte prática, apesar de se constituir numa ciência essencialmente experimental. Nota-se a falta de investimentos em laboratórios principalmente nas escolas públicas, o baixo rendimento dos alunos na disciplina de Química nesse nível de ensino em todo país é um fato e não há quem desconheça essa realidade. Pode-se considerar ainda, a falta de oportunidade para o professor se atualizar, aos salários baixos e ainda à deficiência das condições materiais das escolas (LIMA, 2012).

O ensino de Química visa estabelecer relações com uma abordagem em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, e se faz cada vez mais importante e necessária nos dias de hoje. A escola tem o papel de formar cidadãos que consigam conciliar seus conhecimentos adquiridos no ambiente escolar juntamente com o meio social onde vivem. Com os problemas ambientais que surgem e diante das discussões sobre a natureza do conhecimento científico e seu papel na sociedade, cresceu no mundo inteiro um movimento que passou a refletir criticamente sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade. (AULER; BAZZO, 2001; BAZZO, 1998; CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001; PINHEIRO; SILVEIRA; BAZZO, 2001).

Trabalhar conteúdos relacionando o ambiente em que o aluno está inserido é de suma importância, pois contextualizar o ensino pode resgatar a realidade do aluno, não apenas como peça-chave para o processo de ensino e aprendizagem, mas como o próprio contexto de ensino.

Para MACHADO (2005) conhecer o contexto significa ter melhores condições de se apropriar de um dado conhecimento e de uma informação. Ter um ensino que se afasta da realidade do aluno, gera espaço para um questionamento dos reais objetivos do estudo dessa ciência. Além de que ocorre a desmotivação do aluno, não forma um cidadão crítico, que pode discutir as questões Químicas presentes no

dia a dia, e desse modo, o aluno acaba por não compreender e, conseqüentemente, não gostar da disciplina, pois não têm significado em sua vida. Para CHASSOT (2003, p. 126) “O conhecimento químico, tal como é usualmente transmitido, desvinculado da realidade do aluno, significa muito pouco para ele”.

De acordo com as Orientações Curriculares para o Ensino Médio os conteúdos de Química devem ser trabalhados por meio de temas sociais e situações reais que permitam atingir os interesses e condições da comunidade escolar. Temas como poluição, plásticos, metais, lixo, Química agrícola, alimentos, água, agrotóxicos podem ser trabalhados de forma que sejam atingidos esses interesses. (BRASIL, 2006).

A água tem recebido atenção especial como tema gerador de conhecimento, faz parte do contexto do aluno além de estar presente nas atividades domésticas, comerciais, industriais, fazendo parte da nossa vida.

A inclusão de temas relativos às questões da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, enfoque CTSA, no conteúdo programático do Ensino Médio pode colaborar sobremaneira para o desenvolvimento de conceitos químicos, pedagógicos e das condições e habilidades básicas concernentes à cidadania (SANTOS; SCHNETZLER, 2000; SILVA; ANDRADE, 2003). O uso de problemas reais, que estão inseridos no cotidiano do aluno, está enquadrado numa abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA), à medida que contribui para a formação profissional e cidadã do estudante. A abordagem CTSA requer um ensino contextualizado:

Num ensino CTSA, que valoriza contextos reais dos alunos, a aprendizagem dos conceitos e dos processos decorre de situações-problemas cuja solução se procura alcançar. Nesta perspectiva a aprendizagem dos conceitos e dos processos surge de uma necessidade sentida pelos alunos para encontrar tal resposta. Nesse processo de construção de conceitos os alunos desenvolvem a criatividade, atitudes de interesse e, portanto, de motivação para com a aprendizagem das Ciências e até para com a própria Ciência. (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2000, p.50).

Segundo GRASSI (2001) a demanda por água de boa qualidade, tanto de populações rurais quanto urbanas de países menos desenvolvidos, foi identificada pela ONU como o principal desafio mundial existente no início dos anos 80. Passadas

três décadas verifica-se que a situação pouco se modificou. Os rios presentes em áreas urbanas são utilizados de forma irregular como local de descarte de resíduos domésticos, industriais e outros. A Escola Técnica de Taquaritinga Drº Adail Nunes da Silva fica localizada próxima a um rio onde os alunos possuem acesso todos os dias.

Devido à importância da abordagem CTSA no ensino de Química, a temática água foi escolhida para ser trabalhada com alunos do 2º ano do Ensino Médio Integrado ao Curso Técnico em Química. Deste modo, o estudo se faz necessário, pela importância do Rio dos Porcos para a comunidade local, fator preponderante para realização de um trabalho de formação de indivíduos mais conscientes para sua atuação como cidadão crítico e atuante.

2. QUESTÃO DE PESQUISA

Como a utilização de um rio importante de Taquaritinga pode servir de contexto para aprendizagem de Química na disciplina de Química Ambiental para os cidadãos estudantes do Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio?

2.1- Objetivo

O objetivo deste estudo é a partir da contextualização e o ensino por investigação utilizar a experimentação para identificar o grau de poluição do Rio dos Porcos e com isso analisar os indícios de aprendizagem dos estudantes.

2.1.1- Objetivos Específicos

- Utilizar uma sequência didática para identificar o grau de poluição em três diferentes pontos (que serão discutidos e identificados com os alunos) do Rio dos Porcos e comparar com base na legislação em vigência.
- Utilizar artigos de revistas no processo de escolha dos experimentos.
- Trabalhar situações problema do cotidiano real dos (as) alunos (as), visando o preparo para o exercício consciente da cidadania por meio de atividades contextualizadas com abordagem CTSA.

3- REFERENCIAIS TEÓRICOS

3.1- A abordagem CTSA no ensino de Química

A partir do século XX, no mundo houve um crescimento do desenvolvimento das ciências e tecnologia e com isso ocorreu uma maior degradação ambiental. Houve uma vinculação do desenvolvimento científico e tecnológico à guerra (bomba atômica, doenças, fome), o que fez a ciência e tecnologia se tornarem alvos de um olhar mais crítico. (AULER; BAZZO,2001).

A perspectiva CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) é uma proposta didática que teve início em 1960 e posteriormente incorporou as questões ambientais, tornando-se então CTSA. A educação utilizando esta abordagem é de grande relevância, pois a sociedade está cada vez mais dependente dos avanços tecnológicos e do quanto esses avanços podem causar impactos ambientais. A escola tem o papel de mediar o conhecimento e segundo Ricardo “[...] não recebem na escola uma formação para a ciência e tecnologia que vá além da informação e de relações meramente ilustrativas ou motivacionais entre esses campos de saberes [...]”. (RICARDO,2007, p. 3).

A abordagem CTSA começou seu desenvolvimento em alguns países a partir da década de 70, propondo um ensino de ciências em um contexto de vida real. MARTINS propõe que,

Aquilo que se advoga é conduzir o ensino das ciências segundo grandes temas em torno de problemáticas reais e atuais, selecionar os conceitos de Ciências e Tecnologia que são importantes para o desenvolvimento de uma explicação/interpretação plausível para o nível de estudos em questão, levantando questões criadas na sociedade pela repercussão da tecnologia ou pelas implicações sociais do conhecimento científico e tecnológico” (MARTINS, 2002, p.30).

A educação CTSA no contexto escolar implica em mudanças nos moldes atuais de se ensinar, em um novo currículo, portanto existe necessidade de

reorientação de professores e de metodologias adotadas durante as aulas. Com essa abordagem pretende que o aluno consiga relacionar o meio em que ele está inserido com os conteúdos que ele aprende na escola.

A partir de uma perspectiva CTSA, as estratégias didáticas utilizadas propõem a escolha de temas ou problemas ambientais relevantes e significativos para o aluno presentes no contexto social, como ponto de partida para o ensino de conceitos científicos e tecnológicos relacionados aos mesmos. (SANTOS e SCHNETZLER, 1997).

Nesse sentido a utilização da abordagem CTSA com estudantes de ensino médio deve partir de temas sociais, voltado para os conceitos científicos, e desses retornam-se aos temas iniciais, evidenciando as interrelações entre CTSA, as quais desenvolvem criticidade nos estudantes no momento de tomar suas decisões.

Na literatura encontra-se um vasto conteúdo de temas de estudo que evidenciam as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente com os conteúdos de Química.

3.2-A contextualização no ensino de Química

Utilizar a contextualização no ensino de Química é um modo de ensinar utilizando a vivência dos alunos, o meio em que eles estão situados. Pode servir como forma de nortear o estudo com os conhecimentos prévios e senso comum dos estudantes. A importância da contextualização é salientada por ZULIANI (2006), que aponta a investigação a partir de fatos cotidianos como fator importante de evolução conceitual dos alunos.

Silva sugere que:

A contextualização como princípio norteador caracteriza-se pelas relações estabelecidas entre o que o aluno sabe sobre o contexto a ser estudado e os conteúdos específicos que servem de explicações e entendimento desse contexto, utilizando-se da estratégia de conhecer as ideias prévias do aluno sobre o contexto e os conteúdos em estudo, característica do construtivismo. (SILVA, 2007, p.10).

Desse modo o professor tendo como base as ideias iniciais que os alunos possuem sobre determinado conteúdo servirão de norte para qual caminho deverá ser seguido.

Nesse mesmo sentido os PCN+ ressaltam que:

A Proposta de organização de conteúdos apresentada (...) leva em consideração duas perspectivas para o ensino de Química presente nos PCNEM: a que considera a vivência individual dos alunos – seus conhecimentos escolares, suas histórias pessoais, tradições culturais, relação com os fatos e fenômenos do cotidiano e informações veiculadas pela mídia; e a que considera a sociedade em sua interação com o mundo, evidenciando como os saberes científico e tecnológico vem interferindo na produção, na cultura e no ambiente. (BRASIL, 2002, p. 93).

De acordo com Castro e Marques (2013), o ensino de Química enfrenta obstáculos, como antipatia dos alunos do Ensino Médio pela disciplina e isso se deve em parte pelo ensino ser descontextualizado e distante da realidade dos estudantes. Por isso as pesquisas em ensino de Química precisam buscar alternativas para torná-lo mais atrativo e significativo.

A perspectiva CTSA vincula-se a contextualização, de modo que revela a importância de ensinar a resolver problemas, confrontar pontos de vista e analisar criticamente argumentos, envolvendo atividades de investigação que privilegiem a integração de inter-relações CTSA, podendo contribuir para o desenvolvimento de capacidades, atitudes e competências que dificilmente seriam desenvolvidas em abordagens baseadas em modelos tradicionais de ensino (PEDROSA, 2001). Assim, assume-se nesta investigação que a contextualização pode possibilitar a aprendizagem de conhecimentos científicos, além de contribuir para a formação de estudantes mais conscientes e críticos.

A interação do aluno com a sociedade em que ele está inserido e a atuação de maneira direta com o meio ambiente pode ser uma maneira de estimulá-lo, portanto a contextualização pode ser entendida como uma estratégia pedagógica de ensinar conceitos científicos ligados à vivência dos alunos. Nesta perspectiva, a contextualização no ensino vem sendo defendida por diversos pesquisadores e educadores como um meio de possibilitar ao aluno uma educação para a cidadania concomitantemente à aprendizagem significativa de conhecimentos científicos.

Assim, a contextualização pode ser entendida como um método para o ensino de conceitos científicos. Neste caso, parte-se do pressuposto de que a

inserção de conteúdos socialmente relevantes facilite a aprendizagem e motivem os estudantes a estudar ciências.

3.3-O ensino por investigação e a experimentação

A utilização da experimentação no ensino de Química tornou-se indispensável para a eficácia do processo de ensino e aprendizagem no sentido de que favorece a construção das relações entre a teoria e a prática, assim como as relações entre as concepções dos alunos e a novas ideias a serem trabalhadas.

Sobre experimentação ressalta-se que:

A situação de formular hipóteses, preparar experiências, realizá-las, recolher dados, analisar resultados, quer dizer, encarar trabalhos de laboratório como 'estudos 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).

De acordo com POZO (1998) no ensino por investigação, os alunos são colocados em situação de realizar pequenas pesquisas, combinando simultaneamente conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais. Do mesmo modo VIEIRA (2012) ressalta a importância do ensino por investigação na busca pela informação pretendida através das discussões entre os alunos(as), com a ajuda do professor, deixando um pouco de lado o processo curricular exaustivo e estruturado. Busca respostas a partir de problemas reais e culturalmente relevantes, a partir de experimentos inspirados pelas próprias discussões em sala de aula.

O ensino por investigação pode ser compreendido como uma metodologia diferente de ensino por descoberta. Desse modo, o aluno, ainda que como o centro do processo, tenta reproduzir o método científico com uma observação cuidadosa e sistemática, sem pensar, mas concordando e acreditando no que vê (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2000).

Na efetivação do ensino por investigação deve-se adequar o ambiente escolar, promover a formulação de problemas, provocando a curiosidade dos alunos, colocar como ponto de partida suas informações iniciais sobre a situação-problema,

levantar e contrapor argumentos, relacionar o conceito prévio com a nova informação adquirida, assim adquirindo um processo cognitivo. (VIEIRA, 2012).

É fundamental que o aluno participe ativamente da atividade experimental e isso acontece quando ele tem a possibilidade de elaborar e testar hipóteses, discutir os resultados, concluir, etc. Esses aspectos assumem um papel importante no processo de construção do conhecimento (CARRASCOSA et al., 2006).

CLEMENT et al. (2015) apontam que o “ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino e aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem” (p. 117).

Uma das grandes vantagens de se trabalhar com o ensino por investigação, entre outras, está ancorada na perspectiva de interação social entre os sujeitos aprendizes, o que, necessariamente, favorecerá a argumentação entre eles e contribuirá para que a resolução dos problemas seja realizada de modo coletivo, e não individual. Ou seja, “[...] o diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum” (REGO, 1995, p. 110).

De acordo com SUART e MARCONDES (2008), a organização de uma aula experimental de forma que o aluno fique diante de uma situação problema o auxiliará a raciocinar logicamente sobre a situação e argumentar no momento de apresentar os resultados e conclusão. Se o aluno tiver a chance de participar de todas as etapas da investigação, ele provavelmente conseguirá elaborar hipóteses, testá-las e discuti-las, o que alcançará a finalidade da experimentação, desenvolver habilidades cognitivas e raciocínio lógico.

Já o professor tem a função de ajudar a clarear os objetivos que se pretende atingir com um determinado experimento, a fundamentar argumentos, a precisar conceitos, a fomentar a reflexão crítica sobre as ações empreendidas, a explicitar atitudes e valores, a promover a integração de saberes dispersos. (CACHAPUZ; PRAIA; JORGE, 2000).

A concepção do conhecimento científico apresenta-se vinculada a uma abordagem experimental, não tanto pelos temas de seu objeto de estudo, os fenômenos naturais, mas fundamentalmente porque a organização desse conhecimento ocorre preferencialmente nos entremeios da investigação.

Para GIORDAN (1999) utilizar a experimentação como parte de um processo de investigação é uma necessidade, reconhecida entre aqueles que pensam e fazem o ensino de ciências, pois a formação do pensamento e das atitudes do sujeito deve se dar preferencialmente nos espaços das atividades investigativas.

3.4- Utilização de espaço não-formal

A atividade humana gera impactos ambientais que repercutem nos meios físicos, biológicos e socioeconômicos afetando os recursos naturais e a saúde humana. (BRASIL,2007).

O Rio dos Porcos (Conhecido por Ribeirão dos Porcos) é um rio do município de Taquaritinga. O Município de Taquaritinga possui um total de 277 nascentes e tem como principais drenagens, o Ribeirão dos Porcos, que corta quase todo município, com aproximadamente 41,82 km de extensão e que deságua no Rio Tietê. A cidade é abastecida por este rio e seu afluente Ribeirãozinho banha a cidade e está situado a duas quadras da escola onde o trabalho foi realizado.

Para FADINI (2001) a associação do crescimento populacional à intensa urbanização e às mudanças de consumo estão mudando o perfil do lixo brasileiro.

De acordo com a Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (2005), a classificação de qualidade das águas de um rio pode ser apresentada como a qualidade apresentada por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada. Hoje em dia a maioria das cidades utiliza os rios como forma de abastecimento hídrico, o que despertou o interesse desse estudo.

O rio é um espaço de ensino não formal, onde o estudante deixará o modo tradicional de aprendizagem, o que os faz ter um interesse maior na disciplina e sair da sala de aula estabelece melhores relações de convívio social tanto com professores e alunos. (VIEIRA; BIANCONI; DIAS, 2005). Assim, nota-se a importância de se conhecer previamente as características dos espaços não formais de ensino para melhor ajustar os conteúdos trabalhados em sala de aula, para desenvolvimento e construção da educação científica.

Para JACOBUCCI (2008),

espaço não formal é todo aquele espaço onde pode ocorrer uma prática educativa. Existem dois tipos de espaços não formais: os espaços institucionalizados, que dispõe de planejamento, estrutura física e monitores qualificados para a prática educativa dentro deste espaço; e os espaços não institucionalizados que não dispõe de uma estrutura preparada

para este fim, contudo, bem planejado e utilizado, poderá se tornar um espaço educativo de construção científica.

A educação não formal trata aspectos educativos que ocorrem fora das escolas o que não descaracteriza o seu aspecto educativo, pois a aprendizagem não acontece apenas dentro do âmbito formal. (PIVELLI, 2005).

Pensando nisso, aprender conteúdos que relacionem temas do cotidiano dos estudantes é de fundamental importância, pois devemos conscientizá-los sobre os danos que a poluição pode causar ao meio ambiente, levando-os a assumir uma atitude mais crítica em relação às suas atitudes, induzindo-os a perceber e questionar a maneira mais correta de usufruir do meio no qual todos nós vivemos, ou seja, contribuímos para formarmos cidadãos conscientes das consequências de suas escolhas.

3.5- Utilização de Portfólios e Mapas Conceituais

O portfólio demonstra o desempenho do estudante em um determinado momento, tendo como base documentos coletados em cenários reais, selecionados e justificados quanto aos conhecimentos previstos, exigindo que o professor crie situações para que o aluno reflita sobre o que está explorando, para elaborá-lo adequadamente. (ALVARENGA, 2006).

Segundo VEIGA (2004, p. 93) o portfólio é

Uma espécie de filme onde o processo de aprendizagem fica registrado quase que com movimento, onde o estudante pode incluir processos alternativos de reflexão, comentários a partir de situações diversificadas, particulares, que constituem o somatório de experiências e vivências dos indivíduos.

O uso do portfólio no desenvolvimento do estudo pode ser considerado um procedimento de avaliação na organização do trabalho pedagógico, em virtude da importância que passa a ter durante todo o processo.

“Os portfólios podem dar origem a outra “cultura”, a uma nova ideia de sala de aula, tornando-a num local onde as aprendizagens se vão construindo em conjunto e individualmente ao ritmo de cada um; em que se reflete e pensa em que se valorizam as experiências, instituições e saberes de cada aluno, em que se acredita que as dificuldades podem ser superadas e em que, essencialmente, se aprende.”(VEIGA SIMÃO, 2005, p. 281)

Já a utilização de mapas conceituais atua de maneira direta na estruturação das ideias do conteúdo que será ou foi desenvolvido com os estudantes. Pode servir como princípio norteador de determinado tema, o que pode auxiliar em encontrar as lacunas de aprendizagem.

De acordo com MOREIRA (2006) mapas conceituais são diagramas que indicam relações entre conceitos. Mais especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um determinado conteúdo. Ainda segundo MOREIRA (2006, p. 16) “[...] mapas conceituais podem ser usados como instrumentos de ensino e/ou de aprendizagem”.

O mapa conceitual pode ser entendido como uma representação visual utilizada para distribuir significados, pois explicita como o estudante entende as relações entre os conceitos enunciados. (TAVARES, 2007). Para SOUZA (2010) os mapas conceituais podem ser propostos de variadas formas, de maneira que cada um deles é apenas a tradução de um momento daquele que aprende na interação com o objeto do conhecimento.

Dessa maneira, o portfólio foi escolhido como forma de registro dos acontecimentos pelos alunos como para compor a sequência didática desenvolvida nessa pesquisa.

4. METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentadas as principais características do objeto de estudo desse trabalho, informações sobre os sujeitos da pesquisa, os instrumentos de coleta de dados utilizados e as etapas metodológicas cumpridas.

4.1- Caracterização do Rio dos Porcos

O Rio dos Porcos, conhecido por Ribeirão dos Porcos, é um rio do município de Taquaritinga. O município de Taquaritinga possui 277 nascentes e tem como principais drenagens, o rio dos Porcos, que corta quase todo o município, com aproximadamente 41,82km de extensão e deságua no rio Tietê no município de Cambaratiba, distrito de Ibitinga. A cidade é abastecida por ele e seu afluente o Ribeirãozinho que banha a cidade e está localizado a duas quadras da escola, que faz parte do contexto dos alunos. A nascente desse rio, fica em uma cidade vizinha chamada Santa Ernestina.

4.2- Caracterização do Ambiente Escolar

O estudo foi realizado com 37 alunos do 2º ano do Ensino Médio Integrado ao Técnico em Química da ETEC Dr. Adail Nunes da Silva, localizada a duas quadras do manancial que foi objeto de estudo, em um bairro residencial próximo ao centro da cidade. Os estudantes possuem idade entre 14 e 15 anos, alguns moram próximo a escola, outra parcela em bairros mais distantes e alguns em outras cidades na região de Taquaritinga. A pesquisa ocorreu no período de maio a agosto, pois os alunos tiveram recesso de quase um mês em julho. As atividades foram desenvolvidas em sala de aula, fora do ambiente escolar no momento da coleta das águas (no rio), nos laboratórios de informática e nos laboratórios didáticos de Química da unidade escolar na realização das atividades práticas.

4.3- Abordagem Metodológica Utilizada

Essa pesquisa tem uma abordagem metodológica qualitativa, pois de acordo com GERHARDT e SILVEIRA (2009), a avaliação quantitativa “preocupa-se

com aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na compreensão e explicação da dinâmica das relações sociais”.

A pesquisa qualitativa objetiva a obtenção de dados descritivos mediante contato direto e interativo do pesquisador com o objeto de estudo. Os dados coletados são ricos em descrição de pessoas e situações é foco de atenção do pesquisador o significado que as pessoas dão às coisas (ANDRE e LUCKE, 1986).

A utilização da abordagem qualitativa apresenta as seguintes características: o pesquisador é o instrumento-chave, o ambiente é a fonte direta dos dados, não requer o uso de técnicas e métodos estatísticos, têm caráter descritivo, o resultado não é o foco da abordagem, mas sim o processo e seu significado, ou seja, o principal objetivo é a interpretação do fenômeno objeto de estudo (GODOY, 1995, SILVA; MENEZES, 2005).

Este estudo se baseou nas características da investigação qualitativa, pois os dados foram coletados no local que os participantes vivenciam a questão (ambiente natural), possui múltiplas fontes de dados (questionários, mapas conceituais, experimentos, utilização de vídeos), utilizou o ensino por investigação e experimentação e considerou o significado que os participantes dão à questão (CRESWELL, 2010).

Nesta pesquisa foi utilizada uma sequência didática dividida em 16 aulas de cinquenta minutos duas vezes na semana.

De acordo com STEFINI e ZOCH (2016) a sequência didática possibilita em sua estrutura incorporar a abordagem CTSA dos conteúdos químicos que foram utilizados nesta pesquisa com o intuito de contemplar os objetivos e fazer com que o estudante se aproprie de valores sociais de cidadania, tornando-o crítico e consciente de seus direitos e deveres enquanto cidadão. Esse planejamento foi elaborado a fim de obter o envolvimento dos alunos, conforme descrito no quadro abaixo:

Quadro 1.4 - Planejamento Metodológico do desenvolvimento das atividades realizadas na escola

Aulas	Sequência Didática	Conteúdos	Metodologia
-------	--------------------	-----------	-------------

1	Apresentação Cronograma e objetivos	Rio dos Porcos e poluição doméstica	Aula dialogada em espaço não formal (pátio da escola) e a forma de registro das atividades foi o portfólio.
2	Aplicação de questionário	Identificar os conhecimentos prévios dos alunos(as) sobre o rio da cidade (Rio dos Porcos) e a poluição doméstica desse rio.	Questionário com perguntas sobre o tema poluição dos rios urbanos para levantamento das concepções prévias dos estudantes. E elaboração de um mapa conceitual por cada grupo de 5 alunos(as).
3 a 4	Pesquisa de artigos científicos	Abordagem de artigos sobre o tema e objetivos do estudo das águas de rios. Os alunos terão que pesquisar artigos na Química Nova na Escola.	Iniciar a discussão sobre poluição juntamente com as ideias abordadas nos artigos escolhidos por eles e nos questionários.
5	Antes da Experimentação	Escolha dos Experimentos	Ensino por investigação- Cada grupo de 5 alunos terá que propor quais experimentos eles realizarão, qual objetivo e como será realizado de acordo com os artigos estudados.
6 a 10	Experimentação	Experimentos escolhidos pelos alunos.	A cada dois grupos de 5 alunos realizarão um experimento diferente escolhido por eles, totalizando 4 experimentos diferentes.
11 a 13	Discussão dos resultados obtidos nas práticas	Legislação Ambiental	Aula no laboratório de informática para discutir os resultados obtidos nas práticas e sobre a importância dos experimentos que eles escolheram
14 e 15	Apresentação de vídeos	Educação Ambiental	Vídeos sobre poluição dos rios e educação ambiental

16	Finalização	O que eu aprendi?	Aplicação do questionário final e conclusão com a reelaboração de um mapa conceitual (nova versão da atividade inicial) Realização de uma matéria online que ficará disponível no site da escola como informativo para comunidade escolar e a população da cidade.
----	-------------	-------------------	---

A professora orientou os alunos que todas as atividades desenvolvidas por eles deveriam ser descritas em um portfólio, onde cada aluno faria sua anotação escrita e a professora em cada etapa poderia acompanhar, ler e sugerir sobre as anotações.

5.RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sequência didática foi dividida em nove etapas que serão descritas e discutidas a seguir para melhor organização e desenvolvimento do trabalho.

ETAPA 1- Entrega dos Termos de Assentimento e Consentimento.

Entrega, leitura e explicação dos termos de assentimento e consentimento livre e esclarecido (TALE E TCLE em anexo) para os alunos. Como os alunos são menores de idade, os termos foram levados para os pais dos alunos tomarem ciência e assinarem para que o estudo fosse iniciado com as devidas autorizações.

ETAPA 2- Aula em espaço não formal.

Aula dialogada sobre o Rio dos Porcos e Poluição das águas. Explicação do cronograma e objetivos do estudo. Durante a aula os alunos levantaram algumas questões de como seriam desenvolvidas as atividades, se eles participariam das coletas das águas e de quantos e quais pontos seriam realizadas.

Outra questão foi da duração do estudo e de como eles realizariam os experimentos, quantos e quais experimentos seriam feitos. Ao final da aula os alunos foram até o manancial do Rio dos Porcos que fica a duas quadras da escola, juntamente com acompanhamento da professora para observar o rio e seu entorno.

ETAPA 3- Questionário prévio e mapa conceitual

O questionário prévio (Quadro 2.5) foi aplicado para levantamento das concepções prévias dos alunos acerca dos conteúdos que foram trabalhados no desenvolvimento do trabalho, com posterior elaboração de um mapa conceitual sobre as ideias apresentadas e discutidas na aula dialogada, bem como depois de responder o questionário. As principais ideias elencadas até aquele momento foram:

- Importância de um rio para uma cidade;
- Importância de preservar esse rio;

- Importância de conscientizar a população a não poluir;

Os questionários foram individuais e eles tiveram o tempo de 50 minutos (uma aula) para respondê-los.

Quadro 2.5- Questionário Prévio

1. O abastecimento hídrico das cidades geralmente é proveniente de rios, mananciais, etc. Em sua cidade você sabe como ocorre esse abastecimento (qual (is) meio(s) é (são) utilizado (s)? E qual sua importância para a cidade?
2. A escola Dr. Adail Nunes da Silva fica localizada próxima a um manancial. Você sabe dizer se nesse manancial existe algum tipo de poluição e qual é?
3. A água que abastece sua residência passa por algum tipo de tratamento? Se sim qual (is)?
4. De que modo a utilização do ensino por investigação e experimentação pode ser útil para identificar se existe ou não poluição em um manancial?
5. O que você pensa ou sugere a cidadãos que poluem o seu próprio meio ambiente?

As respostas mais recorrentes para cada questão foram tabeladas e categorizadas abaixo:

Questão 1: O abastecimento hídrico das cidades geralmente é proveniente de rios, mananciais, etc. Em sua cidade você sabe como ocorre esse abastecimento (qual (is) meio(s) é (são) utilizado (s)? E qual sua importância para a cidade?

QUADRO 3.5 - Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 1.

Categorias	Frequência	(%)	Exemplos
Pelo Rio Ribeirão dos Porcos	15	44	“Acredito que seja pelo Rio Ribeirãozinho, utilizando poços que

			<p>levam para o local de tratamento para que a população tenha água potável.”</p> <p>“Em Taquaritinga, o abastecimento ocorre através da água do rio que é encaminhada para a rede de tratamento. É muito importante, pois é através dessa água que suprimos nossas necessidades.”</p> <p>“Provavelmente é usado bomba e dutos para que a água já tratada chegue as casas, ou seja, a água do Ribeirãozinho é a água que consumimos.”</p>
Pelo SAAET	11	32	<p>“Sim, através do SAAET, pegam a água que passa pelo esgoto, e vai para o rio. É de extrema importância, pois é essa água depois de limpa que usamos.”</p>
Evasivas	8	24	<p>“Não sei, pois nunca me interessei pelo assunto.”</p>

			“Não faço a mínima ideia sobre o assunto.”
--	--	--	--

Como pode ser observado no quadro acima referente a questão 1, a maioria respondeu que o abastecimento hídrico ocorre por meio do Rio dos Porcos. Estas respostas mostram que eles possuem evidências de conhecimento (senso comum) sobre o assunto e de como esse assunto é importante pois como alguns citaram: “É através dessa água que suprimos nossas necessidades.”, outra parcela indicou o Serviço Autônomo de Água e esgoto de Taquaritinga (SAAET) sendo o responsável pelo abastecimento hídrico. Alguns até citaram algumas análises que seriam realizadas no tratamento da água do rio como pH, alcalinidade entre outras.

Uma minoria não soube responder, portanto a categoria evasiva foi utilizada nas respostas em que os estudantes não conseguiram falar sobre o que era perguntado.

As concepções prévias, segundo Ausubel (apud MOREIRA, 1999), é o que o aluno já sabe, a ideia-âncora, ou subsunçor, que fará a ponte para a construção de um novo conhecimento, por meio da reconfiguração das estruturas mentais existentes ou da elaboração de outras novas. Assim as respostas dessa primeira questão foram importantes no processo de entendimento para as próximas etapas do processo de ensino e aprendizagem do conteúdo relacionado nesta pesquisa.

Questão 2: A escola Dr. Adail Nunes da Silva fica localizada próxima a um manancial. Você sabe dizer se nesse manancial existe algum tipo de poluição e qual é?

Quadro 4.5-Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 2

Categorias	Frequência	(%)	Exemplos
------------	------------	-----	----------

Poluição Doméstica	18	53	<p>“Sim, poluição da população, despejo de lixos.”</p> <p>“Provavelmente o lixo urbano acaba “caindo” nele.”</p> <p>“Temos a poluição visível feita pelos moradores próximos a região.”</p>
Descarte esgoto	11	32	<p>“Existe poluição sim, já despejaram esgoto, alimentos, lixo, entre outros.”</p> <p>“Sim, há poluição causada pela população através do despejo de esgoto.”</p>
Evasivas	5	15	<p>“Não faço ideia.”</p> <p>“Não sei.”</p>

Sobre a existência de poluição do manancial próximo a escola, 53% dos (as) alunos (as) responderam que existe sim poluição e é proveniente principalmente da poluição doméstica. Os (as) alunos (as) tem acesso às margens do manancial e puderam ver que a maioria dos lixos eram de origem doméstica. O ponto de ônibus onde os alunos chegam na unidade escolar fica em frente as margens do manancial, local portanto que todos os dias eles frequentam e tem oportunidade de observar, tornando-se algo “comum” para eles. Alguns comentaram indignados do tipo de poluição que veem, como sofás, fraldas, capacetes e ainda disseram que as pessoas que cometem esse tipo de ato não devem saber a função que esse Rio desempenha em nosso município.

Outra parcela de estudantes (32%), acreditam que a poluição é gerada principalmente pelo descarte de esgoto nesse manancial e 15% não souberam responder.

Informações que foram obtidas por alguns moradores da cidade sobre o descarte de esgoto relatam que o mesmo foi canalizado desde 2015, mas que neste processo alguns locais tiveram problemas com a tubulação e ainda hoje uma parcela de esgoto é lançada, como em um ponto no centro da cidade.

Questão 3: A água que abastece sua residência passa por algum tipo de tratamento? Se sim qual (is)?

Quadro 5.5-Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 3

Categoria	Frequência	(%)	Exemplos
Processos Físico-químicos	17	50	<p>“Sim, passam por alguns tratamentos como floculação e fluoretação.”</p> <p>“Se usa cloro, flúor, coagulantes, também ocorre o controle do pH.”</p>
SAAET/SABESP	15	44	<p>“Sim, a SAAET é a empresa responsável pelo tratamento.”</p> <p>“Sim, ela é encaminhada para o SAAET, em que se realiza todos os processos (floculação, filtração, decantação, etc) de tratamento de água e retorna para nossas residências potável e tratada.”</p> <p>“Passa pela SABESP onde ocorre o tratamento de água.”</p> <p>“Sim, passa pela SAAET onde a trata com cloro.”</p>
Evasivas	2	6	<p>“Sim, mas não conheço os métodos.”</p>

			“Passa sim, mas não sei as etapas que eles usam.”
--	--	--	---

Sobre a questão 3, metade dos (as) alunos (as) responderam afirmando que a água passa por tratamento e utilizaram as análises Físico-Químicas como: floculação, decantação, adição de cloro e flúor e controle de pH antes de serem distribuídas para população.

A utilização do SAAET/ SABESP foi respondida por 44% dos entrevistados, enfatizando que a maioria dos alunos tem ideia geral dos processos que ocorrem em uma estação de tratamento de água (ETA). A SABESP faz parte da realidade de alguns alunos que moram nos municípios vizinhos e estudam em Taquaritinga. Já uma minoria (6%) sabem que a água passa por tratamento, mas não souberam citar quais eram os processos/etapas.

Os dados obtidos até o momento mostram indícios de que a utilização da abordagem CTSA propicia a alfabetização científica, como a utilização de vocabulário básico da área, despertando o senso crítico e reflexivo do aluno, pois ele passa a compreender que a evolução da ciência e da tecnologia se dá por meio de atividades humanas e estão diretamente relacionadas à qualidade de vida das pessoas e às suas decorrências ambientais (SANTOS, 2007).

Questão 4: De que modo a utilização do ensino por investigação e experimentação pode ser útil para identificar se existe ou não poluição em um manancial?

Quadro 6.5-Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 4

Categoria	Frequência	(%)	Exemplos
Identificar o grau de	28	82	“Para sabermos a qualidade da água que

poluição/melhorar a qualidade			consumimos no nosso dia-a-dia.” “Para aplicações de testes e experimentos que verificam o estado do manancial e ajudam a buscar um método para melhorá-lo.” “É útil para identificar se a água que iremos ingerir é poluída ou não após o processo a água é tratada e assim deixa de ser imprópria.”
A cidade interfere na poluição do rio	3	9	“Para identificar se nossa cidade interfere na poluição do rio.”
Evasivas	3	9	“Por meio de pesquisas e experimentos.” “Por aulas práticas.” “Para ajudar a Laís no estudo dela.”

A análise das respostas evidenciou que a grande maioria dos estudantes acreditam que utilizar o ensino por investigação juntamente com a experimentação podem ser importantes para identificar e ter ideia da qualidade da água em um manancial.

As duas outras categorias ficaram divididas com a mesma porcentagem de respostas (9%), o que fica claro que uma minoria não sabe exatamente o papel do ensino por investigação e da experimentação ou não compreenderam a pergunta, ferramentas estas que foram desenvolvidas até o final da aplicação do estudo.

Questão 5: O que você pensa ou sugere a cidadãos que poluem o seu próprio meio ambiente?

Quadro 7.5 -Questionário pré-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 5

Categoria	Frequência	(%)	Exemplos
Conscientização das pessoas	31	91	<p>“Que eles possam se conscientizar pois eles estão prejudicando a todos e principalmente eles mesmos.”</p> <p>“Eu sugiro que os cidadãos tivessem mais consciência e pudessem pensar no mal que estão fazendo a si mesmo. Que cada um de nós ajudasse a não poluir e descartar o lixo de maneira correta.”</p>
Problemas Ambientais e na Saúde	2	6	<p>“A poluição gera diversos problemas ambientais, além de afetar a saúde humana.”</p> <p>“Pararem de fazer isso por conta que nosso mundo é limitado em vista dos recursos, então devemos cuidar mais.”</p>
Punições	1	3	“Punições cabíveis.”

Pelas respostas dos estudantes mesmo sendo de diferentes categorias ficou nítido que houve resgate dos conhecimentos, portanto o professor organiza a atividade educativa inicial para investigar as ideias iniciais dos alunos sobre o conceito a ser ensinado, aplica-a junto aos alunos, analisa as respostas obtidas e, a partir dela, planeja a etapa seguinte.

Os mapas conceituais foram construídos em grupos de 5 alunos, uma vez que a sala possuía 37 alunos e a divisão dos grupos em 4-5 alunos foi de acordo com a divisão das bancadas dos laboratórios, onde os alunos realizaram suas atividades práticas. Para a elaboração do mapa conceitual os alunos dialogaram entre si para chegarem num acordo de quais palavras-chave utilizariam e quais conceitos eram importantes.

A utilização dos mapas conceituais, tem se apresentado como uma ferramenta de ação pedagógica bastante útil para o ensino de diversos temas, possibilitando que um conjunto de conceitos seja apresentado aos alunos, a partir do estabelecimento de relações entre ele.

Na atividade inicial de elaboração de um mapa conceitual os alunos fizeram um mapa mental devido estarem mais habituados a utilizar esse tipo em outras disciplinas, como biologia.

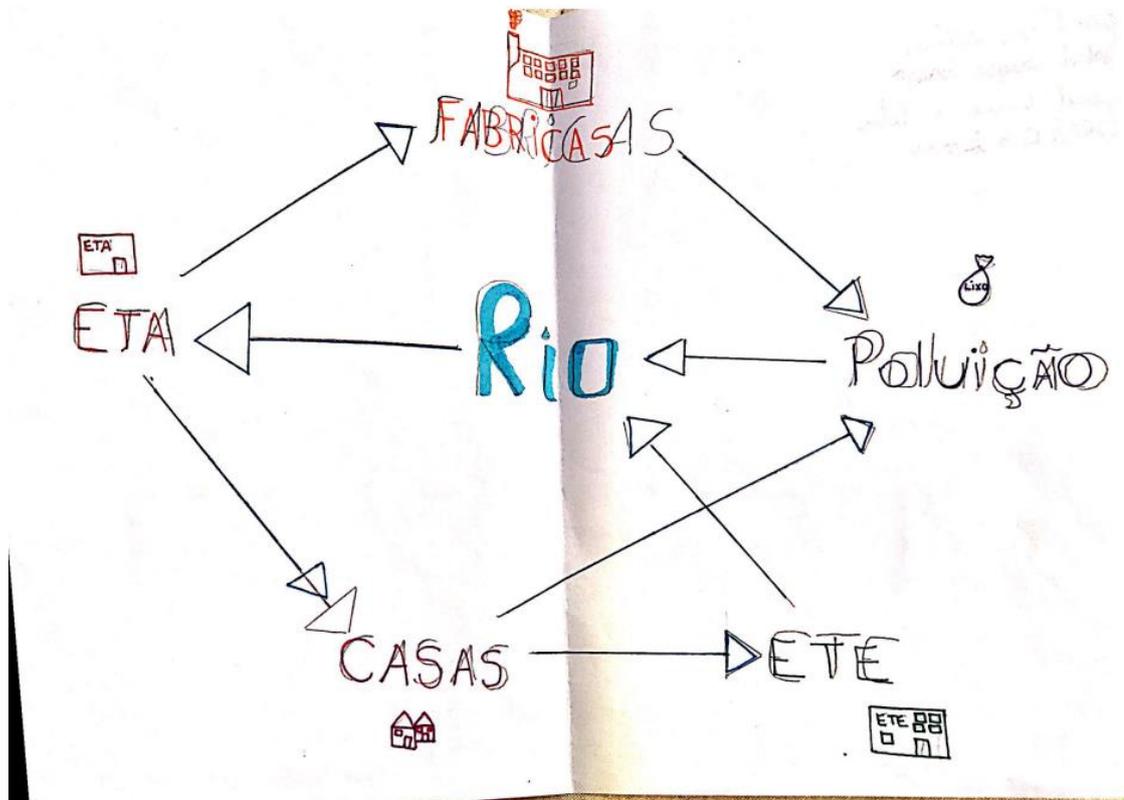


FIGURA 1.5- EXEMPLO DE MAPA MENTAL

Uma aula sobre mapa conceitual e sua utilização e produção foi realizada com os alunos e então a partir de um mapa mental inicial eles elaboraram um novo mapa, agora o conceitual. Mapas conceituais não devem ser confundidos com mapas mentais que são livres e não se ocupam de relações entre conceitos, incluem palavras que não são conceitos e não estão organizadas hierarquicamente (MOREIRA, 2012).

Os mapas conceituais podem ser definidos de acordo com NOVAK e CANÃS (2010),

Mapas conceituais são ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento. Eles incluem conceitos, geralmente dentro de círculos ou quadros de alguma espécie, e relações entre conceitos, que são indicadas por linhas que os interligam. As palavras sobre essas linhas, que são palavras ou frases de ligação, especificam os relacionamentos entre dois conceitos

Dois grupos utilizaram como palavra central o nome do rio: Ribeirão dos Porcos onde foram elencadas palavras como tratamento, poluição, abastecimento e experimentação.

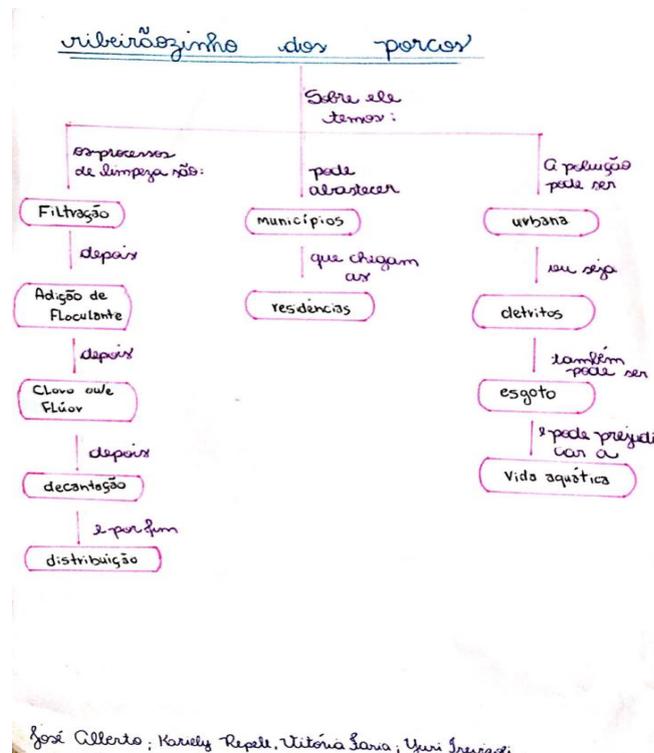


FIGURA 2.5- MAPA CONCEITUAL INICIAL 1

Outros dois grupos utilizaram a palavra tratamento de água como principal e a partir dessa ligaram várias setas com palavras como: rios, poluição, Ribeirãozinho, captação, filtragem, decantação e consumo:



FIGURA 3.5- MAPA CONCEITUAL 2

Alguns alunos relataram da dificuldade de conseguir colocar as palavras de ligação entre um conceito e outro. Isso se deve a dificuldade do relacionamento entre os conceitos ou dos significados dos conceitos – e são as palavras de ligação que especificam esse relacionamento. (NOVAK; CANÃS;2010). No entanto, cabe ressaltar que, mesmo em face às dificuldades, a maioria dos alunos conseguiu se organizar e elaborar os mapas conceituais.

Um grupo utilizou a palavra rio no centro do mapa e dele partiu as três diferentes fontes de água: nascente, manancial e pós-cidade:

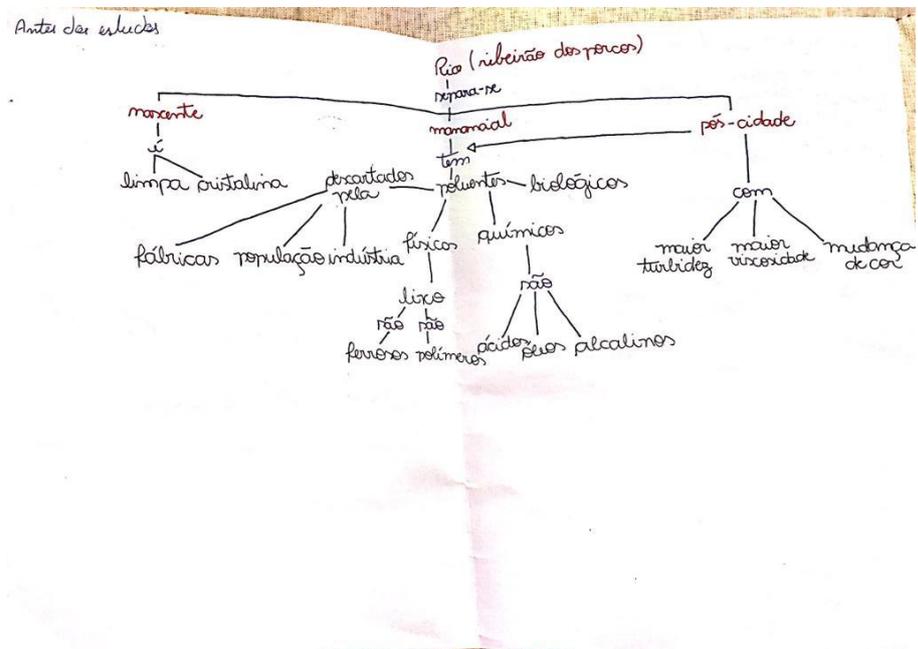


FIGURA 4.5-MAPA CONCEITUAL 3

Durante a construção dos mapas foi possível notar o envolvimento intenso dos alunos, com troca de ideias sobre como começar a construção e como seria a estruturação do mapa que de acordo com TAVARES (2007),

Quando um aprendiz utiliza o mapa durante o seu processo de aprendizagem de determinado tema, vai ficando claro para si as suas dificuldades de entendimento desse tema. Um aprendiz não tem muita clareza sobre quais são os conceitos relevantes de determinado tema, e ainda mais, quais as relações sobre esses conceitos. Ao perceber com clareza e especificidade essas lacunas, ele poderá voltar a procurar subsídios (livro ou outro material instrucional) sobre suas dúvidas, e daí voltar para a construção de seu mapa.

Nesse processo, a professora, como agente mediadora do trabalho, auxiliou tirando dúvidas, em cada grupo, as discussões e quais conceitos nele veiculados estavam sendo considerados relevantes para a estruturação do mapa. Todos os mapas conceituais que não foram apresentados aqui estão anexados no final do trabalho para consulta. Vale ressaltar que um mapa conceitual nunca está finalizado. Uma vez concluído o mapa preliminar, é sempre necessário revisá-lo e outros conceitos podem ser adicionados (NOVAK; CANÃS;2010).Eles nunca são autossuficientes e é sempre necessário que sejam explicados por quem os faz, seja o professor ou o estudante, por isso uma maneira de diminuir um pouco a necessidade de explicações é escrever sobre as linhas que unem os conceitos uma ou duas palavras-chave que explicitem a relação simbolizada por elas.(MOREIRA, 1980).

ETAPAS 4 e 5- Ensino por investigação/ antes da experimentação

Essa aula foi realizada no laboratório de informática. Nessa etapa foram abordados artigos sobre o tema e objetivos do estudo das águas de rios. A pesquisa dos artigos foi livre, mas a professora esteve presente para auxiliá-los e norteá-los. Os alunos pesquisaram artigos que buscassem experimentos para que eles pudessem realizar para saber/ter ideia do grau de poluição desse rio nos três diferentes pontos do rio e manancial.

Durante a etapa 4, os alunos selecionaram alguns artigos os quais eles acreditaram ser importantes para as análises serem realizadas e eles terem

resultados dos quais poderiam identificar a existência de poluição desse rio. Os pontos de coleta foram selecionados pelos alunos em um diálogo sobre quais locais seriam interessantes para saber sobre a existência da poluição doméstica e o impacto que causa nesse rio, tão importante para cidade. Os pontos selecionados foram: nascente do rio, manancial que fica próximo a escola e após a cidade. Para as coletas das águas todos os cuidados necessários foram tomados e para isso o Guia Nacional de Coleta (2011) foi consultado juntamente com os estudantes antes das atividades experimentais.

Os artigos na maioria se repetiram por alguns grupos dos quais contemplaram os seguintes experimentos de medidas de:

- pH
- condutividade elétrica
- oxigênio dissolvido
- coliformes fecais

Os artigos foram escolhidos em comum acordo com todos os grupos e grau de interesse para realização e resultados que seriam obtidos. Os artigos selecionados foram:

✓ O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA (http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc31_1/02-QS-5507.pdf).

✓ Experimentação em sala de aula e meio ambiente: determinação simples de oxigênio dissolvido em água (<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc19/a10.pdf>).

✓ Coliformes fecais: teste para identificar se existe ou não coliformes nas águas sendo que esta atividade experimental foi considerada importante pelos alunos e o procedimento experimental adotado foi de acordo com a professora de microbiologia que norteou essa análise).

Importante ressaltar que os alunos quiseram realizar essa análise pelo motivo dos coliformes fecais serem um parâmetro com um grande valor no índice de qualidade das águas,

O primeiro artigo contemplou os experimentos de pH e condutividade elétrica, mas não tinha o procedimento experimental descrito. Portanto os alunos

precisaram investigar como seriam realizadas essas duas análises. Já no segundo artigo sobre oxigênio dissolvido o procedimento experimental bem como material utilizado e os cálculos que seriam realizados estavam todos descritos no mesmo. O protocolo do experimento de coliformes fecais foi proveniente das aulas de microbiologia.

ETAPA 6- Experimentação

Com o entusiasmo dos alunos para saber sobre a qualidade da água ficou decidido que todos os grupos realizariam todos os experimentos. A coleta das águas foi realizada da seguinte maneira: a nascente do rio dos Porcos se situa no meio da mata em um município vizinho chamado Santa Ernestina e como a escola não conta com meio de transporte próprio, quatro alunos acompanharam a professora nesse primeiro ponto de coleta. No manancial próximo a escola todos os alunos fizeram parte das coletas. No trecho pós cidade mais quatro alunos diferentes fizeram as coletas juntamente com a professora.

Atividade em espaço não formal em Ciências é “toda aquela que envolve o deslocamento dos alunos para um ambiente alheio aos espaços de estudo contidos na escola” (FERNANDES 2007, p.22). “A visita de campo como estratégia didática favorece o aprendizado pois permite a relação teoria e prática” (SANTOS e SCHNETZLER, 2003). Uma atividade em espaço não formal permite que “o aluno se sinta protagonista de seu ensino, que é um elemento ativo e não um mero receptor de conhecimento” (De FRUTOS et al., 1996, p.15).

Em todos os três pontos as águas coletadas foram feitas em garrafas pet limpas e esterilizadas com álcool 70 feita pelos alunos. As águas foram preferencialmente captadas do centro do rio, em pontos mais profundos, com ajuda de cordas, seguindo as orientações do Guia Nacional de Coleta (2011).

6.1. Primeiro experimento – pH

Nessa primeira aula prática as medidas foram realizadas com um peagâmetro como no artigo que serviu como base “O Emprego de Parâmetros Físicos e Químicos para a Avaliação da Qualidade de Águas Naturais: Uma Proposta para a Educação Química e Ambiental na Perspectiva CTSA”.

Primeiramente a calibração do aparelho foi realizada seguindo o protocolo daquele aparelho juntamente com soluções tampão 4 e 10, com orientação

da professora. Posteriormente as águas do Rio dos três pontos coletados foram colocadas em béqueres devidamente limpos e esterilizados com álcool e as medidas foram realizadas pelos sete grupos de alunos, conforme Figura 5.5 e Tabela 1 abaixo:

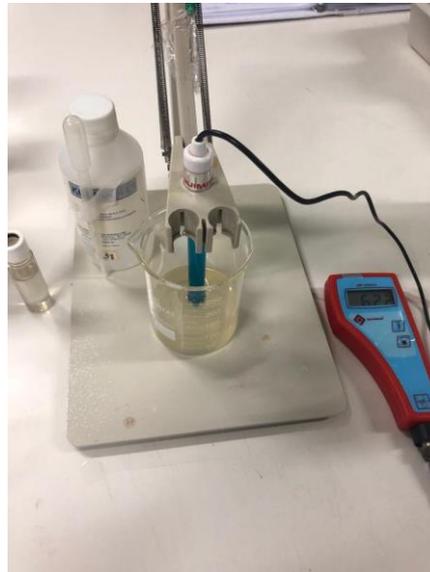


FIGURA 5.5- Peagâmetro Quimis

Tabela 1. Valores de pH em três diferentes pontos do Rio dos Porcos

pH (24°C)	Nascente	Manancial	Pós cidade
<i>Grupo 1</i>	6,10	6,35	6,51
<i>Grupo 2</i>	6,11	6,37	6,51
<i>Grupo 3</i>	6,04	6,37	6,51
<i>Grupo 4</i>	6,08	6,35	6,52
<i>Grupo 5</i>	6,11	6,34	6,51
<i>Grupo 6</i>	6,11	6,35	6,51
<i>Grupo 7</i>	6,10	6,35	6,50

Como visto na tabela acima os valores foram bem próximos uns dos outros. Os estudantes fizeram as anotações cada um em seu portfólio para posteriormente fazer a discussão dos resultados.

6.2. Segundo experimento- condutividade elétrica

O condutímetro utilizado foi CG 1800 GEHAKA, como na Figura 6.5 abaixo:



FIGURA 6.5- Condutímetro utilizado no experimento

Primeiramente foi realizado o processo de calibração pela professora, com auxílio dos alunos e assim as medidas foram realizadas.

Tabela 2.5- Valores da condutividade elétrica em três diferentes pontos do Rio dos Porcos

Condutividade elétrica (uS/cm)	Nascente	Manancial	Pós cidade
<i>Grupo 1</i>	117,1	214,0	134,7
<i>Grupo 2</i>	117,1	214,0	134,6
<i>Grupo 3</i>	117,2	214,0	134,7
<i>Grupo 4</i>	117,1	214,1	134,6
<i>Grupo 5</i>	117,2	214,1	134,7
<i>Grupo 6</i>	117,1	214,1	134,6
<i>Grupo 7</i>	117,3	214,2	134,6

Foi possível perceber que os valores obtidos para condutividade elétrica foram aumentando no decorrer dos três pontos, motivo esse que será discutido nos resultados.

6.3. Terceiro experimento-oxigênio dissolvido

Para a realização do experimento do oxigênio dissolvido nas águas a cada dois grupos um experimento foi realizado. Novamente foram realizadas coletas das águas com grupos diferentes de alunos. O artigo sugerido pelos alunos “Experimentação em sala de aula e meio ambiente: determinação simples de oxigênio dissolvido em água” propunha um experimento didático.

Para isso os alunos precisaram de palhas de aço e garrafas pet. Os grupos pesaram três pedaços de palha de aço de 1,5g para cada garrafa pet e introduziram dentro da garrafa e com cuidado a água foi introduzida. Feito isso, de acordo com o experimento, deixaram as garrafas abertas por cinco minutos e logo em seguida fecharam por cinco dias.



FIGURA 7.5-Realização do experimento de oxigênio dissolvido

Esse protocolo foi realizado para cada uma das três águas disponíveis. Portanto cada dois grupos de alunos tinham 3 garrafas. Passados cinco dias a palha de aço foi filtrada sob vácuo, seca em estufa e feita a pesagem.



FIGURA 8.5- Pesagem palha de aço após cinco dias

Os cálculos de oxigênio dissolvido foram realizados por estequiometria, de acordo com a reação presente no artigo utilizado como referência (Experimentação em sala de aula e meio ambiente: determinação simples de oxigênio dissolvido em água)

Quadro 8.5- Regra de três obtida do artigo para cálculo do OD.

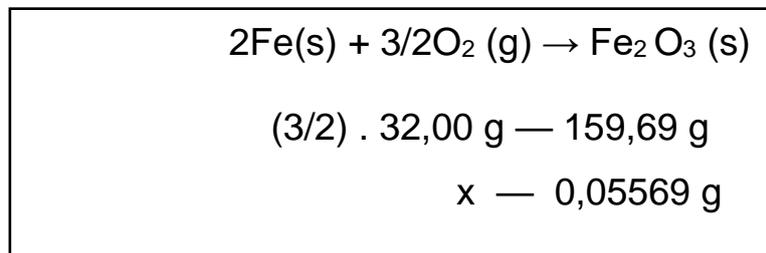


TABELA 3.5- Valores de oxigênio dissolvido

Oxigênio dissolvido (mg/L)	Nascente	Manancial	Pós cidade
Grupo 1 e 2	4,2	3,95	4,11
Grupo 3 e 4	4,2	3,94	4,10
Grupo 5 e 6	4,3	3,94	4,11
Grupo 7	4,2	3,94	4,12

6.4. Quarto experimento -coliformes fecais

Para realização dessa atividade experimental foi necessário o auxílio de uma das professoras de microbiologia da escola, pois os alunos do 2º ano do curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio vão ter essa disciplina no ano seguinte, mas acreditavam que os resultados dessa análise seriam importantes para saber sobre a poluição do rio. A professora de início ensinou algumas técnicas primordiais sobre a disciplina e a atividade prática. Posteriormente explicou que os resultados seriam positivos e negativos para coliformes fecais, de acordo com as técnicas utilizadas, resultados estes que podem ser verificados e identificados a olho nu.

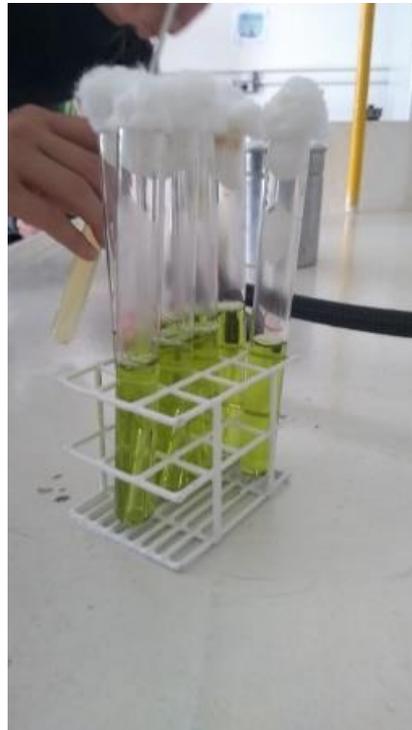


FIGURA 9.5- Teste para Coliformes Fecais

Os resultados obtidos estão descritos na tabela abaixo:

Tabela 4.5- Resultados obtidos experimento coliformes fecais

COLIFORMES FECAIS	NASCENTE	MANANCIAL	PÓS CIDADE
GRUPO 1	Não	Sim	Sim
GRUPO 2	Não	Sim	Sim
GRUPO 3	Não	Sim	Sim

GRUPO 4	Não	Sim	Sim
GRUPO 5	Não	Sim	Sim
GRUPO 6	Não	Sim	Sim
GRUPO 7	Não	Sim	Sim

O estudo foi interrompido por algumas semanas devido ao feriado de Corpus Christi, semana de provas dos alunos e férias de julho. Em agosto o estudo foi retomado com a etapa 7.

ETAPA 7- Discussão dos resultados

Os resultados obtidos com a realização das atividades práticas foram discutidos no laboratório de informática com ajuda dos computadores, sites de busca para pesquisa da legislação ambiental e da professora. “O debate como estratégia, prevê um ambiente propício para que os alunos aprendam a argumentar.” (ALTARUGIO, 2002). Esta estratégia de ensino foi utilizada durante todo o desenvolvimento do estudo onde os estudantes realizavam as atividades teóricas e práticas expondo seus resultados e conclusões, gerando assim uma participação ativa dos mesmos e estimulando o diálogo entre educador e educando. A CONAMA 357 foi trabalhada com os alunos onde eles puderam prever qual classe de águas o rio da cidade se enquadra.

Primeiramente os resultados foram tabulados e discutidos por experimento realizado por cada grupo de laboratório. Depois os grupos se organizaram para discutir os valores obtidos. Os estudantes identificaram pelo CONAMA 357 que as águas analisadas são do tipo 2, águas essas que podem ser destinadas ao abastecimento humano após tratamento convencional. O tratamento convencional consiste na clarificação com utilização de coagulação e floculação, seguida de desinfecção e correção de pH. (BRASIL, 2005).

No primeiro experimento sobre o potencial hidrogeniônico das águas foram discutidos quais motivos levam ao aumento do pH no decorrer dos três diferentes locais de coletas das águas, conforme pode ser visto na Tabela 1. Todos os grupos obtiveram valores próximos nos três diferentes pontos, cuja variação foi considerada mínima. Os grupos discutiram que os resultados de pH da nascente possuem esse valor levemente ácido e uma das possíveis causa é o solo onde a nascente se encontra ser afetado por ser uma área de plantio de cana- de- açúcar.

Isso faz com que o solo se torne pobre em nutrientes e a utilização de produtos químicos para o crescimento da cana afeta a qualidade da água da nascente. No manancial e pós- cidade houve um ligeiro aumento o que os estudantes justificaram como a poluição urbana, impactos humanos, detritos, poluentes químicos de produtos de limpeza despejados no rio, sugerindo que a própria população seja direta ou indiretamente responsável(is) por esse acréscimo. No momento de coleta da água do manancial os estudantes notaram vários tipos de poluição nas margens do rio como: fraldas, restos de comida e embalagens, sofás, entre outros. Mesmo com os resultados obtidos variando nos diferentes locais de coleta, o parâmetro analisado está de acordo com a legislação vigente CONAMA 357, que estabelece que águas do tipo 2 devem ter pH entre 6,0 e 9,0.

No experimento sobre condutividade elétrica, os resultados obtidos estão descritos na Tabela 2. Os valores da nascente se aproximaram de 117uS/cm. Já no manancial tiveram um grande aumento (aproximadamente 214uS/cm). Um fator muito importante segundo a discussão entre os(as) alunos(as) são as impurezas que a água do manancial possui, quantidade de esgoto que já foi lançada, o que está diretamente ligado a quantidade de íons presentes na água, o que afeta a condutividade elétrica. Já na pós cidade a condutividade cai (aproximadamente 134uS/cm), motivo pelo qual foi justificado que a água se torna mais diluída naquele ponto pois quando comparado com o volume do Rio como um todo, o que passa perto da escola se torna pequeno. Em geral os grupos relataram que a condutividade elétrica durante o percurso na parte urbana é mais que o dobro do permitido para águas de classe tipo 2, (100us/cm), equivalente a ordem do mar (água salgada) que seria de 200uS/cm. Isso ocorreu, pois de acordo com as discussões entre os estudantes “com o descarte dos resíduos urbanos, as substâncias presentes reagem entre si, formando sais, tornando a água imprópria para o consumo.”

No experimento de Oxigênio Dissolvido (OD) os valores calculados pelos alunos foram baseados no artigo utilizado para realização da prática. Segundo a CONAMA 357, a quantidade de OD presente nas águas de classe 2 utilizadas para abastecimento hídrico, em qualquer amostra, não deve ser inferior a 5,0 mg/L O₂, portanto nos três diferentes pontos de coleta das águas os valores estão abaixo da legislação indicada. Os valores da nascente e da pós cidade ficaram próximos. Já o valor do manancial foi o que obteve os menores e piores valores, indicando pouca presença de oxigênio dissolvido, pois com a grande quantidade de lixo urbano

(matéria orgânica), esgotos domésticos e industriais lançados no Rio, resultam em uma diminuição significativa do OD, levando a morte de peixes e outras espécies que necessitam desse composto para sobrevivência. Os estudantes ainda relacionaram os valores desse experimento com o da condutividade, pois a solubilidade dos gases aumenta com o decréscimo da salinidade e temperatura, fatores estes que explicam os altos valores encontrados na prática de condutividade elétrica e baixos valores de OD. (FERREIRA, L.H, et al, 2004).

O quarto e último experimento foi realizado com o auxílio da professora de microbiologia. Os dados estão descritos na Tabela 4.5. Coliformes fecais mais comumente chamados de coliformes termotolerantes, são a quantidade de fezes que se encontram presentes nas amostras de água, entre essas as bactérias *Escheria Coli*, são usadas frequentemente para avaliar a qualidade da água e indicar a contaminação por fezes, informação importante, pois permite a prevenção de doenças que são transmitidas pelas fezes. Na amostra 1 os resultados para coliformes foram negativos. Já na amostra 2 e 3, próximo da escola e pós cidade os resultados foram positivos. Vale ressaltar ainda que, devido a falha na infraestrutura do recolhimento de esgoto da cidade, em alguns pontos ainda são despejados resíduos e esgotos no manancial que corta a cidade e conseqüentemente na pós cidade. A poluição das águas, de forma constante e descontrolada, propicia a ocorrência de uma explosão de bactérias decompositoras que consomem oxigênio, contribuindo ainda mais para diminuir a concentração do mesmo na água, produzindo sulfeto de hidrogênio, um gás de cheiro muito forte que em grandes quantidades é tóxico. Isso também afeta os animais e vegetais, que utilizam o oxigênio na respiração, além das bactérias aeróbicas, que seriam impedidas de decompor a matéria orgânica sem deixar odores nocivos através do consumo de oxigênio, justificando os valores baixos obtidos. (DE ANDRADE, A.R.; FELCHAK, I. M., 2009).

Um dos grupos ainda destacou nesse quarto experimento, em leitura dos portfólios a importância dele, que é utilizado como um dos parâmetros com maior peso do índice de qualidade das águas (IQA).

A discussão dos resultados e comparações com a CONAMA 357 foram bem interessantes pois foi possível notar a importância e impacto que a população pode ter sobre um rio, principalmente o Rio dos Porcos que é utilizado como abastecimento hídrico da cidade e o quanto as análises Físico-Químicas e

microbiológicas foram importantes para se obter informações a respeito das águas. A problemática que envolve a questão ambiental urbana é algo desafiador para professores e alunos(as) de várias áreas do conhecimento, principalmente para a Química. A questão do lixo urbano e do esgoto doméstico despejado nesse corpo d'água, além da sua influência na qualidade da água do Rio dos Porcos, por encontrar-se inserido quase que completamente na área urbana do município de Taquaritinga, cruzando por vários bairros, inclusive o centro da cidade.

Na maioria das cidades brasileiras, o processo de urbanização deu-se ao longo dos seus rios, trazendo consequências depreciativas não apenas aos recursos hídricos propriamente ditos, mas também na qualidade do ar, do solo, da fauna e da flora. (FENDRICH e OLIYNIK, 2002).

As análises realizadas pelos estudantes mostram o envolvimento dos mesmos com a experimentação que conforme ressaltado por Sato (2011), para que a prática surta o efeito desejado, é preciso que os alunos se envolvam formulando hipóteses, solucionando questões, analisando livremente os dados obtidos, e não apenas seguindo um roteiro e preenchendo as lacunas propostas.

As anotações no portfólio auxiliaram na análise dos resultados, pois deixaram claras as situações vivenciadas, que puderam completar os dados obtidos através da sequência didática desenvolvida.

ETAPA 8- Apresentação de vídeos

Os alunos pesquisaram vídeos no YouTube que contemplassem legislação ambiental e poluição das águas. Houve participação ativa de todos os alunos na escolha dos vídeos e os links dos vídeos mais visualizados e discutidos estão descritos abaixo:

- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=utxzvj61Wml> –
Poluição Ambiental
- ✓ <https://www.youtube.com/watch?v=n8KAFTJne4A->
Poluição da ÁGUA

O uso da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) no ensino de Química serve como um meio capaz de auxiliar na aprendizagem de alguns conteúdos. As dificuldades de aprendizagem por parte dos alunos persistem mesmo a Química contando com metodologias experimentais e é nesse contexto que as TIC

apresentam uma ferramenta eficaz para o aumento significativo da compreensão dos conteúdos abordados. (OLIVEIRA E GOMES, 2014).

A utilização dos vídeos foi utilizada para que os grupos de alunos, mesmo depois da realização das atividades práticas e discussão dos resultados obtidos aprender e fixar melhor os conteúdos abordados nesse trabalho.

ETAPA 9- Finalização

Nessa última etapa foram aplicados o questionário final e reelaboração do mapa conceitual inicial. O questionário final foi entregue aos alunos e eles tiveram 50 minutos (uma aula) para respondê-lo.

As respostas mais recorrentes para cada questão foram descritas no Quadro abaixo:

Quadro 9.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 1.

<p>1. Como foi a experiência de trabalhar com um rio de grande importância para a cidade?</p> <p>2. A utilização da experimentação foi importante para seu aprendizado?</p> <p>3. De acordo com o questionário prévio respondido existem alguns tipos de poluições. Quais foram encontradas nesse corpo d'água?</p> <p>4. O que você pode fazer para diminuir a poluição do manancial estudado?</p> <p>5. Qual o impacto da área urbana de Taquaritinga sobre esse Rio?</p>

1. Como foi a experiência de trabalhar com um rio de grande importância para a cidade?

Quadro 10.5- Questionário Final

Categoria	Frequência	(%)	Exemplos
-----------	------------	-----	----------

Experiência Interessante e Importante	15	50	<p>“Me senti com uma alta responsabilidade por ser um rio de tamanha responsabilidade.”</p> <p>“Me senti muito importante por estudar um rio muito importante para nós.”</p> <p>“Foi importante para saber de onde a poluição é proveniente.”</p>
Experiência Inovadora e Boa	10	33	<p>“Foi bem interessante, pelo conhecimento adquirido sobre a importância que esse rio tem para nós.”</p> <p>“Foi uma experiência inovadora, aprendi muitas coisas, como funciona os processos e análises.”</p> <p>“Inovador, adquiri conhecimento.”</p> <p>“Muito boa, pois podemos ver a quantidade de poluição presente no rio que abastece a nossa cidade.”</p>
Experiência Diferente	5	17	<p>“Foi uma experiência diferente e nova, porém nojenta.”</p> <p>“Foi muito legal e diferente.”</p>

Metade dos estudantes responderam que foi uma experiência interessante e importante. Dez alunos consideraram a experiência boa e inovadora como pôde ser observado no quadro 7.5 e cinco classificaram como diferente, porém nojenta, como: “Foi uma experiência diferente e nova, porém nojenta.” Isso se deve ao fato de os alunos nunca terem se perguntado o quão poluído aquele Rio é e como a população de Taquaritinga afeta esse manancial. A análise das respostas dadas a essa questão evidenciou que todos os estudantes acreditam que foi uma experiência benéfica, pois em nenhum momento houve respostas negativas quanto a realização do estudo realizado, o que implica na importância de se trabalhar temas relacionando o contexto do estudante.

Para ERIVANILDO (2007),

a contextualização no ensino de Ciências que privilegia o estudo de contextos sociais com aspectos políticos, econômicos e ambientais, fundamentado em conhecimentos das ciências e tecnologia, é o caminho mais acertado para desenvolver um ensino que venha a contribuir para a formação de um aluno crítico, atuante e sempre que possível transformador de sua realidade desfavorável.

Utilizar a contextualização para ensinar Química é um papel muito importante pois capacita o estudante, o torna um ser pensante, crítico e com ideias que podem modificar sua realidade, características essas que foram notadas com o desenvolvimento desse trabalho.

2. A utilização da experimentação foi importante para seu aprendizado?

Quadro 11.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 2.

Categoria	Frequência	(%)	Exemplos
Muito importante	30	100	“Foi, pois não tinha essa visão, de como a Química é importante para o meio ambiente.” “Sim, apenas por meio de experimentos pudemos

			<p>comprovar a má qualidade da água.”</p> <p>“Sim, aprendi como a água tratada chega na cidade e também onde ela está mais poluída (nascente, manancial, pós-cidade).”</p> <p>“Sim, já que aprendi fazer análises diferentes e a usar aparelhos que eu não tinha usado ainda.”</p> <p>“Sim, pois assim podemos constatar todos os fatores que indicam a quantidade de poluição que o rio possui.”</p>
--	--	--	---

Nessa questão foi possível observar a importância que a experimentação teve para que essa pesquisa pudesse ser finalizada. A maioria dos estudantes responderam que a partir desse tipo de atividade conseguiram aprender mais sobre a qualidade da água do rio que serve de abastecimento hídrico para cidade, mostrando a relevância para a população local. Também algumas respostas quanto à utilização das análises na experimentação foram importantes, como pode ser observado nessa resposta: “Sim, já que aprendi fazer análises diferentes e a usar aparelhos que eu não tinha usado ainda.”, fatores estes que deixam claro que atividades experimentais auxiliam na consolidação do conhecimento, além de ajudar no desenvolvimento cognitivo do aluno (GIORDAN, 1999).

3. De acordo com o questionário prévio respondido existem alguns tipos de poluições. Quais foram encontradas nesse corpo d’água?

Quadro 12.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 3.

Categoria	Frequência	(%)	Exemplos
Poluição urbana/doméstica	17	57	<p>“Encontramos em sua maioria poluição urbana, causada pelos habitantes que depositam seus lixos no manancial.”</p> <p>“Resíduos plásticos, descartes, etc.”</p> <p>“Poluição urbana, lixos, lixo doméstico, objetos.”</p>
Coliformes fecais	13	43	<p>“Pelos experimentos que realizamos encontramos coliformes fecais, constatando assim que o despejo de fezes no rio ainda deixou resíduos, os mesmos que junto com outros fatores mudam o pH, oxigênio dissolvido e condutividade.”</p> <p>“Coliformes fecais, poluição de descartes de garrafas, lixos e até esgoto clandestino.”</p> <p>“Coliformes fecais, sacolas plásticas, garrafas, compostos orgânicos.”</p>

As respostas obtidas nessa questão ficaram divididas com 57% dos estudantes falando que o tipo de poluição que foi encontrado principalmente foi a

doméstica provocada pelos próprios moradores: “Encontramos em sua maioria poluição urbana, causada pelos habitantes que depositam seus lixos no manancial.” Outra parcela, categorizada como coliformes fecais acredita que os coliformes fecais provenientes do esgoto doméstico é que causa principalmente interferência na qualidade da água do Rio, como foi observado nas análises obtidas quando comparadas com a legislação vigente.

Considerando as respostas obtidas acima, o cerne do ensino CTSA na educação é promover a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, isto é, contribuir para que o aluno possa construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis e conscientes sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e atuar na solução de tais questões (SANTOS e SCHNETZLER, 2010).

4. O que você pode fazer para diminuir a poluição do manancial estudado?

Quadro 13.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 4.

Categoria	Frequência	(%)	Exemplos
Não poluindo	20	67	<p>“Evitar jogar lixos em lugares inadequados.”</p> <p>“Podemos diminuir essa poluição: não jogando lixo no chão, não poluindo o solo e não poluindo o meio ambiente.”</p> <p>“Não jogar lixo nas ruas, pois esses lixos podem chegar em rios e com isso pode causar muita poluição.”</p>

Conscientização a população	10	33	<p>“É preciso conscientizar a população que tem contato com o manancial, sobre os danos causados.”</p> <p>“Evitar e conscientizar a população a não descartar lixos no rio.”</p> <p>“Precisamos da ajuda de todos e a consciência para que não ocorra mais poluição.”</p> <p>“Precisamos conscientizar as pessoas a fazer a nossa parte e não descartar resíduos e cuidar do rio que é tão importante para nós.”</p>

Nessa questão foi possível notar a importância do desenvolvimento do estudo por parte dos alunos tanto na categoria não poluindo que teve a maior porcentagem de respostas, quanto com a conscientização da população, contribuindo em vários aspectos para a formação dos (as) alunos (as) enquanto cidadãos críticos, conscientes que consigam relacionar o meio em que vivem com questões ambientais, tecnológicas e sociais, características da abordagem CTSA, como foi possível observar nas respostas acima das duas categorias:

- *“É preciso conscientizar a população que tem contato com o manancial, sobre os danos causados.”*

- *“Podemos diminuir essa poluição: não jogando lixo no chão, não poluindo o solo e não poluindo o meio ambiente.”*

A educação ambiental preocupa-se não só com o conhecimento, mas com o uso que se faz dele e com as relações sociais presentes nos diversos espaços de atuação para uma participação política e cidadã (CÔRTEZ, 2008).

5. Qual o impacto da área urbana de Taquaritinga sobre esse Rio?

Quadro 14.5-Questionário pós-atividades - dados obtidos a partir da análise da questão 5.

Categoria	Frequência	(%)	Exemplos
Impacto Negativo	30	100	<p>“O impacto é grande, pois a poluição do rio e essa água que é desaguada no Rio Tietê que circula no estado de São Paulo todo.”</p> <p>“A poluição urbana como sacolas, fraldas, fezes, capacetes e urina.”</p> <p>“Cheiro Forte, degradação do meio -ambiente, a água do SAAET vem deste rio, além da poluição visual.”</p> <p>“Influencia muito na qualidade da água, pois deixa ela poluído.”</p>

Na última questão todos os estudantes responderam que o impacto que a cidade de Taquaritinga tem no rio é um impacto negativo, como pode ser observado em todas as respostas acima. Foi possível constatar como uma situação problema levantada gerou hipóteses, foi avaliada e plausível de justificativas, mesmo que negativas, o que evidencia que as atividades experimentais investigativas realizadas

favoreceram e contribuíram para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e atitudinais dos alunos.

Comparando as respostas dos questionários prévio e final foi possível perceber que houve alteração conceitual que de acordo com SCARINCI e PACCA (2006) consideram que a mudança conceitual ocorre não somente quando os alunos conseguem fornecer as explicações científicas para as causas e ocorrências dos fenômenos, mas também se conseguem trabalhar esses conceitos, usando-os para prever ou explicar situações novas. Isso mostra que os conceitos não foram somente memorizados, mas que foram internalizados e se tornaram ferramenta disponível ao raciocínio dos estudantes.

9.1. Mapas conceituais iniciais x mapas conceituais finais

Para reelaboração do mapa conceitual final os grupos tomaram como ponto de partida o mapa conceitual inicial. A partir dele e dos conteúdos trabalhados durante o desenvolvimento do estudo foi possível notar maiores indícios de aprendizagem dos alunos para execução dessa atividade quando comparada com a primeira. Isso também se deve ao fato deles terem discutido os resultados obtidos e terem aprendido sobre os conteúdos abordados no estudo.

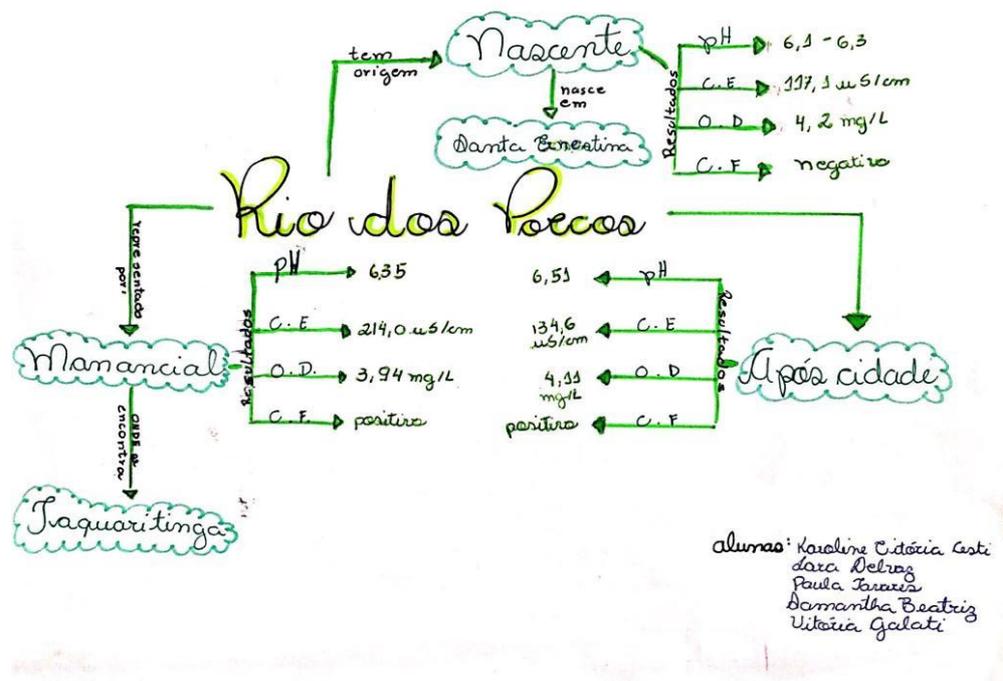


FIGURA 10.5- MAPA CONCEITUAL FINAL 1

Como pode ser observado na figura 10.5 os estudantes utilizaram os resultados obtidos nas análises físico-químicas e discutidas com base na legislação vigente para construírem o seu mapa. Já no exemplo abaixo (11.5 e 12.5) foram utilizados os valores das análises e o motivo pelo qual acontece alteração no valor dessas análises, como por exemplo:

“agrotóxicos não autorizados, fertilizantes, lixo urbano, lixo industrial”.

Isso mostra que os estudantes conseguiram compreender os motivos pelos quais há alteração nos valores de parâmetros tão importantes na qualidade da água de um rio, mostrando indícios de aprendizagem quando comparado aos mapas conceituais iniciais.

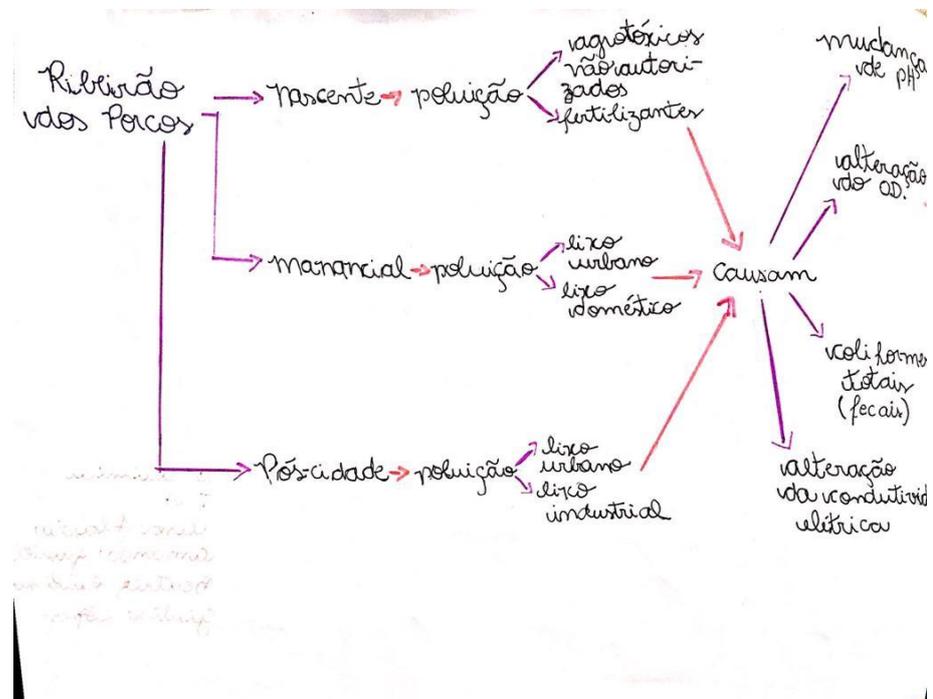


FIGURA 11.5- MAPA CONCEITUAL FINAL 2

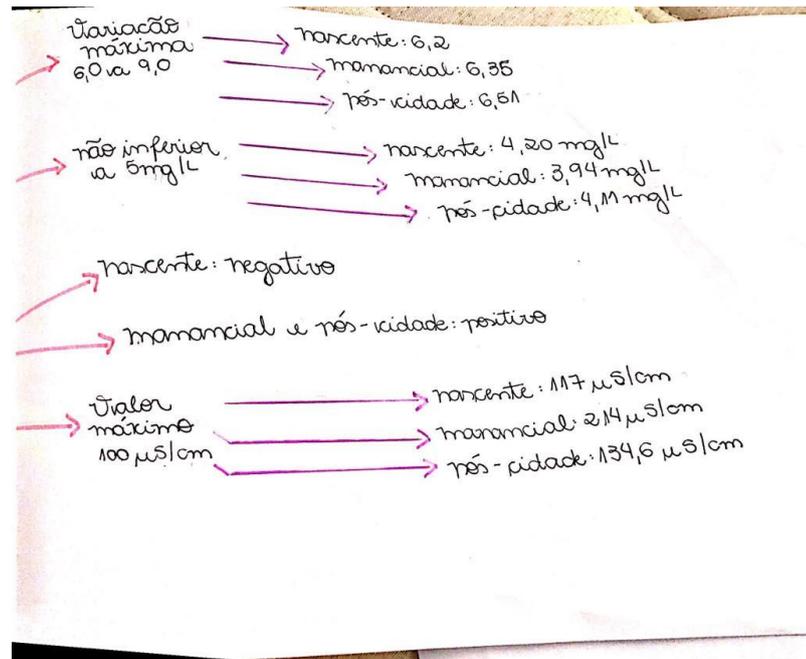


FIGURA 12.5- MAPA CONCEITUAL FINAL 2 CONTINUAÇÃO

O mapa da figura abaixo (13.5) mostra os conceitos ordenados logicamente começando pelo Ribeirão dos Porcos no topo e terminando com as análises físico-químicas. No entanto na lateral esquerda eles classificam o Rio como altamente poluído e no que isso acarreta. Em cada análise que foi realizada foi sistematizado os resultados dos três pontos selecionados e a conclusão que foi obtida com os resultados obtidos de acordo com as discussões e a legislação estudada (CONAMA 357). Esse é um fato importante a ser considerado, visto que eles também aprenderam como se consulta uma legislação sempre que necessário para poder utilizar na discussão dos resultados das análises realizadas.

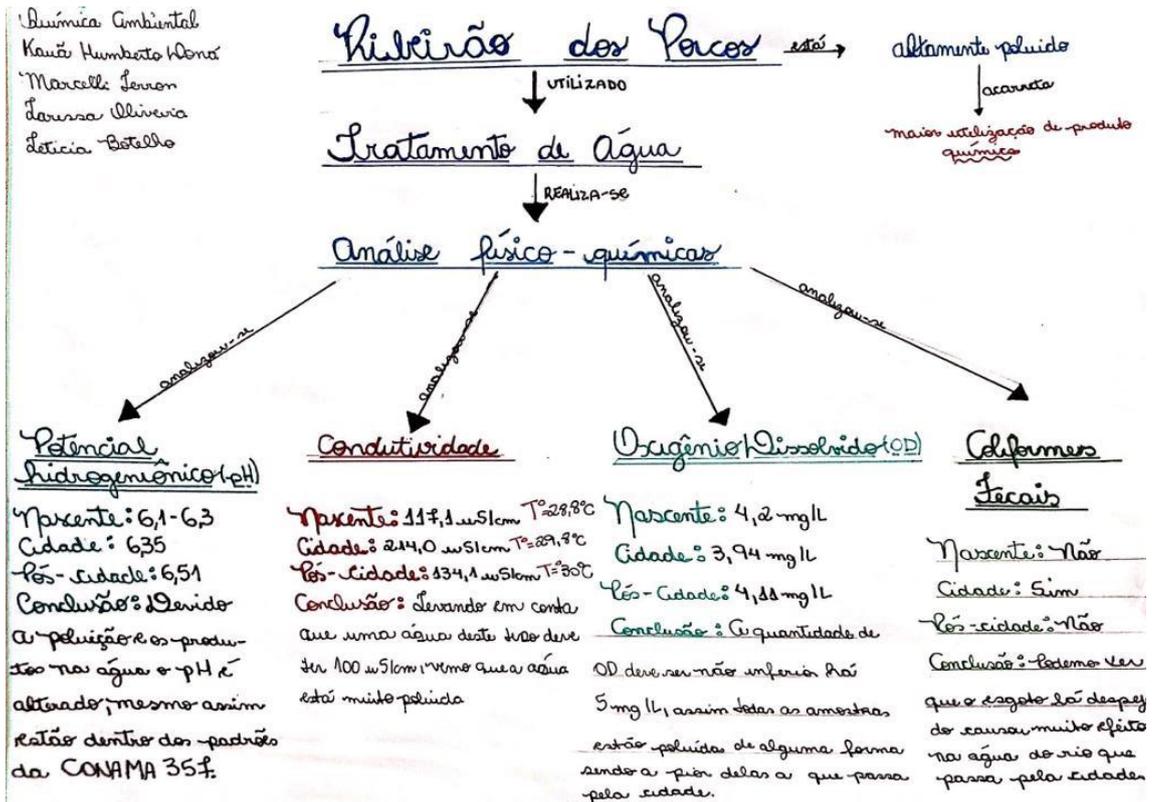


Figura 13.5- MAPA CONCEITUAL FINAL 3

Os estudantes conseguiram estabelecer relações CTSA após a aplicação da sequência didática, o que ficou nítido através das respostas dos questionários e reelaboração da atividade inicial (dos mapas conceituais). Segundo AULER (2009) o enfoque CTSA na aprendizagem deve ter como ponto de partida “situações-problemas” aplicados a contextos reais. Neste mesmo contexto, o autor complementa que a integração entre CTSA no ensino de ciências, representa uma tentativa de formar cidadãos científica e tecnologicamente alfabetizados, capazes de tomar decisões e desenvolver ações conscientes. (AULER, 2011).

Foi possível perceber um avanço na confecção das “linhas” de ligação que foi uma das dificuldades que os alunos tiveram para elaborar o mapa conceitual inicial. Assim que os estudantes começaram a identificar palavras de ligação e a fazer as ligações cruzadas, eles perceberam que cada conceito pode ser relacionado a outro conceito diferente (NOVAK; CANÁS; 2010).

Embora os mapas conceituais possam ser usados para dar uma visão geral do tema em estudo, é preferível usá-los quando os estudantes já têm uma certa familiaridade com o assunto, de modo que sejam potencialmente significativos e permitam a integração, reconciliação e diferenciação de significados de conceitos, motivo pelo qual esta atividade foi utilizada em dois momentos da sequência didática,

para que fosse possível evidenciar indícios de aprendizagem com o decorrer da pesquisa.

Ao se fazer uso de problemas relevantes, que fazem parte do cotidiano do aluno, que possibilitem uma reflexão da realidade, é utilizada a abordagem CTSA, a qual contribui para uma formação tanto profissional como cidadã dos estudantes. (SANTOS; MORTIMER, 2000). Quando se trabalha com os estudantes um problema passível de análise e que utilizem metodologias que dão suporte para responder a uma problemática, o aluno adquire conhecimentos aprofundados sobre a temática, desenvolvendo uma visão diagnóstica de um problema que é representativo da realidade.

Desse modo, pode-se considerar que os aprendizes estão em direção à aprendizagem significativa, uma vez que a elaboração dos mapas sobre o estudo desenvolvido de um Rio de grande importância envolve um número considerável de novos conhecimentos e exige dos estudantes uma atividade cognitiva mais elaborada para interpretar esse vasto conteúdo.

Com a temática abordada pretendeu-se mostrar o forte potencial dos mapas conceituais como uma ferramenta pedagógica capaz de evidenciar indícios de aprendizagem apontando para o fato de que os diversos conceitos não são alvos estáticos na aprendizagem, mas um conjunto, uma teia que se une através de relações entre conceitos que evoluem na estrutura cognitiva do estudante, apoiados em conceitos já existentes e que, tratados de forma articulada nos seus níveis de abstração, formatam o concreto de nosso cotidiano.

• ELABORAÇÃO DE UMA MATÉRIA ONLINE

Para finalização do estudo, depois de todos os dados serem discutidos de acordo com a legislação vigente, os estudantes se organizaram em sala de aula e escreveram uma matéria que foi disponibilizada no site da escola, onde toda a comunidade escolar pode ter acesso, que não tem custo para ele e para a Escola e deve ser uma contribuição dessa pesquisa para conscientização da população para que o Rio não seja poluído.

Disponível em:

- ✓ <https://sites.google.com/view/2etimquimica/polui%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%A1guas>
- ✓ <http://etecdans.com.br/>

Química Ambiental

Poluição das Águas Análise Resultados

POLUIÇÃO DOMÉSTICA DAS ÁGUAS

POLUIÇÃO DOMÉSTICA

Dentre as atividades domésticas, o esgoto é certamente o que mais polui a água. É que além dos dejetos humanos, também há o uso de detergentes, que causam grande dano ambiental. Eles provocam a multiplicação do fitoplâncton e algas, afetando o ecossistema.

Os lixões mal conservados também provocam a contaminação da água, assim como os aterros sanitários mal instalados. Quando o

FIGURA 14.5- PÁGINA INICIAL DO SITE CRIADO

Química Ambiental

Poluição das Águas Análise Resultados

Foi pensando nisso que os alunos do 2º ETIM Química, juntamente com a professora LAIS ZAMBINI COLETTI resolveram analisar a fundo a influência da população ao principal rio da cidade.



A poluição da água é uma grande preocupação mundial

Quando o lixo é mal descartado, o chorume infiltra no lençol freático, com isso poluindo diretamente a água.

Os lixões mal conservados também provocam a contaminação da água.

FIGURA 15.5- PÁGINA INICIAL DO SITE CRIADO 2



FIGURA 16.5- RESULTADOS DISPONÍVEIS NO SITE CRIADO

No decorrer de todo processo de aplicação do estudo houve entusiasmo dos grupos, coletas, análises e principalmente na discussão dos resultados quando eles identificaram a importância e o impacto que a população pode ocasionar. Perceberam que a conscientização pode ter uma grande parcela para melhoria do problema que vai de encontro com o que diz PAULO FREIRE (2005, p.96) “em que é no ensino dialético onde a escola pode deixar de ser um campo de reprodução para ser agente de transformação”. Nessa atividade final foi possível perceber que ensinar Química através do ensino por investigação e a experimentação é de extrema importância, pois parte do princípio que a Química é uma ciência que apresenta propriedades experimentais investigativas e pode ser explorada no ensino, pois essas abordagens ajudam o aluno a desenvolver as competências e habilidades sugeridas pelos PCNs.

Os estudantes puderam se aproximar ainda mais dos conteúdos de Química como participantes de um mundo em transformação relacionando o seu cotidiano com os conceitos da Química.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sequência didática apresentada com abordagem CTSA permitiu aos estudantes participantes, vivenciar, observar situações e fenômenos ao seu alcance, pois de acordo com os referenciais teóricos utilizados a abordagem CTSA tem a finalidade de proporcionar indícios de aprendizagem nos alunos, tornando-os capazes de debater e discutir questões científicas e tecnológicas para a tomada de decisões responsáveis sobre questões de ciência e tecnologia na sociedade e no ambiente. As atividades investigativas experimentais utilizadas caracterizaram-se por promover a valorização da experimentação no Ensino de Química e quando associadas a uma temática que permitiu a contextualização, a atividade teve contribuição efetiva na aprendizagem, envolvimento dos alunos e da professora. O tema proposto sobre qualidade da água do Rio dos Porcos permitiu associar o conteúdo a ser explorado no 2º ano do Técnico em Química integrado ao ensino médio, com a disciplina de Química Ambiental.

As várias atividades propostas na sequência didática fez com que os (as) alunos (as) tivessem que investigar, observar, analisar e propor soluções para o problema, o que demonstra que não só conteúdos químicos foram trabalhados nesta pesquisa, mas também o desenvolvimento de outras habilidades necessárias na formação de cidadãos críticos e participativos, sendo um aspecto importante a ser enfatizado na abordagem CTSA. O desenvolvimento das discussões no momento das escolhas dos artigos, experimentos e os resultados obtidos nas análises auxiliaram os (as) alunos (as) na construção de argumentos e opiniões a respeito do tema desenvolvido. Pode-se constatar através da análise dos questionários e dos registros feitos nos portfólios que as atividades contextualizadas com enfoque CTSA, contribuíram em vários aspectos para a formação dos (as) alunos (as). O uso do portfólio proporcionou aos alunos (as) o desenvolvimento de habilidades importantes como a reflexão, a autoavaliação e análise crítica. Outro aspecto importante a ser enfatizado é a utilização de temas sócio científicos dentro da perspectiva CTSA, o desenvolvimento de discussões e debates auxiliaram os (as) alunos (as) na

construção de argumentos e opiniões a respeito dos assuntos trabalhados, e esse fato é essencial para formar um cidadão crítico

Os mapas conceituais foram construídos e exemplificados como estratégia pedagógica que podem ser usados tanto na investigação e organização do conteúdo abordado como no ensino e na avaliação da aprendizagem dos estudantes dos cursos do Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio. Foi uma estratégia pedagógica construída na sequência didática cuja maior vantagem estar relacionada com o fato de enfatizar o ensino e a aprendizagem de conceitos da química da água dos rios que são utilizados para abastecimento hídrico. Os professores podem utilizar mapas conceituais, para construção, reconstrução e inter-relações dos conceitos em atividades experimentais ou não em conjunto com um tema organizador apropriado para uma contextualização do cotidiano, como uma contribuição muito positiva da aprendizagem realmente significativa.

Fica como sugestão para professores de Química a sequência didática apresentada nessa pesquisa pode ser adaptada para diferentes temas com intuito de se obter indícios de aprendizagem dos estudantes.

A conscientização do aluno na sociedade deve ser realizada através de um ensino participativo e com grande incentivo da escola e dos pais. É possível perceber que o sistema educacional atual, não permite o aluno estabeleça relações do que se aprende na escola com o seu cotidiano.

A relação entre a Educação Ambiental e o Ensino da Química possibilita ao educando observar as transformações que ocorrem no ambiente, com isso melhorando sua compreensão dos conteúdos. Visto que o professor tem a função de desenvolver metodologias que viabilizem a reflexão e a compreensão crítica sobre a realidade da vida e percebeu-se por este trabalho que uma das formas viáveis de trabalhar a Educação Ambiental no Ensino de Química é utilizar a contextualização

Foi perceber que os conhecimentos químicos apresentados sob a perspectiva CTSA contribuíram para que os (as) alunos (as) construíssem seu conhecimento de forma significativa. Além dos conhecimentos químicos este tipo de abordagem forneceu subsídios para que os (as) alunos (as) compreendessem os diversos aspectos decorrentes da relação entre ensino de Química da água de rios que abastecem as cidades, estimulando-os a assumir um posicionamento crítico-

reflexivo diante da problemática proposta e possibilitando intervenção na sua realidade.

Por meio dos resultados apresentados destaca-se que o produto do trabalho realizado foi a produção de um site sobre a poluição da água do Rio dos Porcos com os dados obtidos e discutidos de acordo com a legislação vigente nos experimentos realizados durante a pesquisa, onde o link do site está disponível na página online da escola para que todos possam ter acesso sem custo algum.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTARUGIO, M. H. **Este curso não se adapta à minha realidade: os conflitos de um grupo de professores de Química em formação continuada.** Dissertação de Mestrado, Instituto de Química, Universidade de São Paulo, 2002.
- ALVARENGA, G. M.; ARAUJO, Z.R. **Portfólio: conceitos básicos e indicações para utilização.** Estudos em avaliação educacional, v. 17, n. 33, p. 137-148, 2006.
- AULER, D, et al. **Abordagem Temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS.** Alexandria Revista de Educação em Ciências e Tecnologia, v.2, n.1. p. 67-84, mar.2009.
- AULER, D.; BAZZO.W.A. **Reflexões para a implementação do Movimento CTS no Contexto Educacional Brasileiro.** Ciência & Educação, v.7, n.1, p.1-13,2011.
- BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica.** Florianópolis: Ed. da UFSC, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- _____. Secretaria de Educação Média e Tecnológica - Ministério da Educação e Cultura. **PCN +. Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357, de 15 de junho de 2005.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>.> Acesso em: 20 outubro 2019.
- _____. **Manual de saneamento.** 3. ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2007
- _____. Ministério da Educação. **Orientações Curriculares do Ensino Médio.** Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMTEC, 2006.
- CACHAPUZ, A. F; PRAIA, J; JORGE, M. P. **Perspectivas de ensino das Ciências.** Porto: Eduardo & Nogueira, 2000. p. 75.
- CASTRO, F.P ; MARQUES, R. N. **O ensino de química através da história da ciência tendo como contextualização o preparo de perfumes.** In: VII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2013, Santo André. Anais do VII Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química, 2013.
- CARRASCOSA, J; GIL-PEREZ, D; VILCHES, A. **Papel de la actividad experimental em la educación científica.** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006.
- CHASSOT, A. Alfabetização Científica: questões e desafios para a educação. 3ª ed. Ijuí: UNIJUÍ, 2003.
- CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVEZ FILHO, J. P. **Potencialidades do ensino por investigação para Promoção da motivação autônoma na educação científica.** Alexandria - Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v.8, n.1, p.101-129, 2015.
- CRESWELL, J.W. **Estudo de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto.** 3ed. Tradução de Magda França Lopes. Porto Alegre: Artmed, 2010.296p
- CÔRTEZ JÚNIOR, Lailton Passos. **As Representações Sociais de QUÍMICA AMBIENTAL: contribuições para a formação de bacharéis e professores de Química.** 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

- CRUZ, S. M. S. C.; ZYLBERSZTAJN, A. O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física: conteúdo e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001. p. 171-196.
- DA SILVA CRUZ, J. Z.; SZYMANSKI, M. L. S. **O ensino da matemática nas escolas do campo por meio da metodologia da mediação dialética**. Práxis Educativa (Brasil), v. 7, n. 2, p. 445-465, 2012.
- DA SILVA, E. L. **Contextualização no ensino de química: ideias e proposições de um grupo de professores**. 2007.
- DE ANDRADE, A. R.; FELCHAK, I. M. **A poluição urbana e o impacto na qualidade da água do Rio das Antas-Irati/PR**. Geoambiente on-line, n. 12, p. 01-25 pág., 2009.
- DOS SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de ciências: possibilidades e limitações**. Investigações em Ensino de Ciências, v. 14, n. 2, p. 191-218, 2000.
- FADINI, P. S.; FADINI, A. A. B. **Resíduo: Desafios e compromissos**. Química Nova na Escola, nesp., 2001.
- FERNANDES, J. A. B. **Você vê essa adaptação? A aula de campo em ciências entre o retórico e o empírico**. São Paulo, 2007. 326p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. 43ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005.
- FENDRICH, R.; OLIYNIK, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais**. 1ª Edição. Curitiba: Livraria do Chain Editora. 190p., 2002
- FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVEIRA, R. C. **Ensino experimental de Química: uma abordagem investigativa contextualizada**. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010.
- FERREIRA, L. H. et al. **Experimentação em sala de aula e meio ambiente: determinação simples de oxigênio dissolvido em água**. Química Nova na Escola, n. 19, 2004.
- GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009
- GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química Nova na Escola, v. 10, nov. 1999.
- GODOY, A. S. **Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v. 35, n. 2, p. 57-63, Mar./Abr. 1995
- GRASSI, M. T. **As águas do Planeta Terra**. Química Nova na Escola, nesp., 2001.
- JACOBUCCI, D. F. C. **Contribuições dos espaços não formais de educação para a formação da cultura científica**. Em extensão, Uberlândia, v.7, 2008.
- LEWIN, A.M.F e LOMASCÓLO, T.M.M. **La metodología científica en la construcción de conocimientos. Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 2, p. 147-510, 1998.
- LIMA, José Ossian Gadelha. **Perspectivas no Ensino de Química**. Revista Espaço Acadêmico – nº 136 – setembro de 2012.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986

- MACHADO, N. J. **Interdisciplinaridade e contextualização**. In: **Ministério da Educação, Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM): fundamentação teórico-metodológica. Brasília: MEC; INEP, 2005. p. 41-53.
- MARTINS, I. P. Problemas e perspectivas sobre a integração CTS no sistema educativo português. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, V.1, N.1, 2002. Disponível em: <<http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen1/Numero1/Art2.pdf>> Acessado em: 09 de setembro 2019.
- MOREIRA, M.A. (1980). **Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação integrativa**. *Ciência e Cultura*, 32(4): 474-479.
- MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 1999
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Ed. do Autor, 2006.
- MOREIRA, M. A. **Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning)**. *Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas*, p. 41, 2012.
- NOVAK, J. D.; CAÑAS, A. J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, v. 5, n. 1, p. 9-29, 2010.
- PEDROSA, M. A. **Integrando Inter-relações CTS em Ensino de Química – Dificuldades, Desafios e Propostas**. In: ENCIGA (Ed.). XIV de ENCIGA (Asociación dos Ensinantes de Ciencias de Galicia), 79-86,2001
- PINHEIRO, N. A. M.; SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio**. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-74, 2007.
- PIVELLI, S. R. P. **Análise do potencial pedagógico de espaços não-formais de ensino para o desenvolvimento da temática da biodiversidade e sua conservação**. 2005. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- POZO, J.I. (Org.). **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- REGO, T C. Vygotsky - **Uma Perspectiva Histórico-cultural da Educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1995.
- RICARDO, E. C. Educação CTSA: **Obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar**. *Ciência & Ensino*, v.1, nesp., p. 1-12, nov. 2007.
- SANTOS, W. L. P. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica**. *Educação em Ciências, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*, v.1, n. especial, 2007.
- SANTOS, W. L. P. e SCHNETZLER, R.P., **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2000.
- SATO, M. S. **A aula de laboratório no ensino superior de Química**. 2011. 116 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
- SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4 ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

SOUZA, N. A. de; BORUCHOVITCH, E. **Mapas conceituais: estratégia de ensino/aprendizagem e ferramenta avaliativa.** Educação em Revista, v. 26, n. 3, p. 195-217, 2010.

SCARINCI, A. L. & PACCA, J. L. A. **Concepções dos professores sobre a aula de demonstração.** In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 10., 2006, Londrina, PR. Atas do X EPEF, Londrina: EPEF, 2006
SILVA, L.A. e ANDRADE, J.B. Química a serviço da humanidade. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n.5, p. 3-36, 2003.

SUART, R. C.; MARCONDES, M. R. **A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de Química.** Ciências & Cognição, v. 14, n. 1, p. 50-74, mar. 2009. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v14_1/m318318.pdf>. Acesso em: 11 out. 2017

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências & Cognição**, v. 12, p. 72-85, 2007.

VEIGA SIMÃO. **Integrar os princípios da aprendizagem estratégica no processo formativo dos professores.** In: LOPES DA SILVA, A.; DUARTE, M.; SÁ, I.; VEIGA SIMÃO, A. M. Aprendizagem auto-regulada pelo estudante: perspectivas psicológicas e educacionais. Porto Editora: Porto, 2004, (p.95-104)

VEIGA SIMÃO, M. **Reforçar o valor regulador, formativo e formador da avaliação das aprendizagens.** In: Revista de Estudos Curriculares. Associação Portuguesa de Estudos Curriculares, 2005.

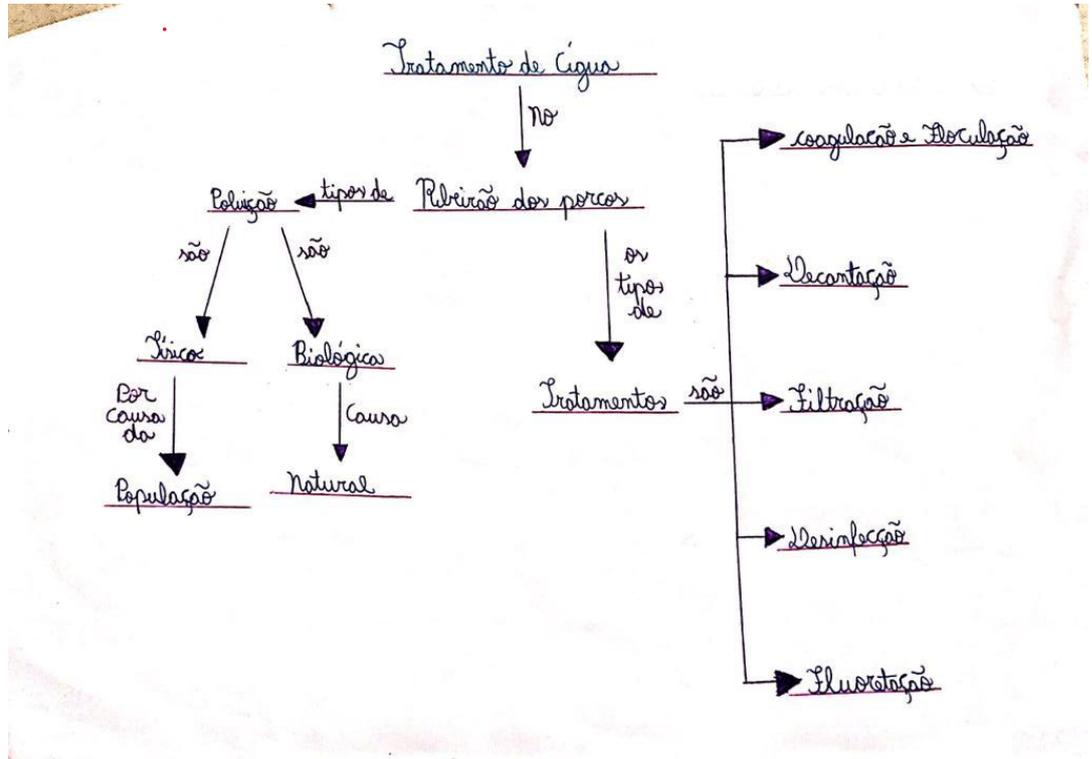
VIEIRA, F. A. C. **Ensino por Investigação e aprendizagem significativa crítica: análise fenomenológica do potencial de uma proposta de ensino.** 2012. 149f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2012.

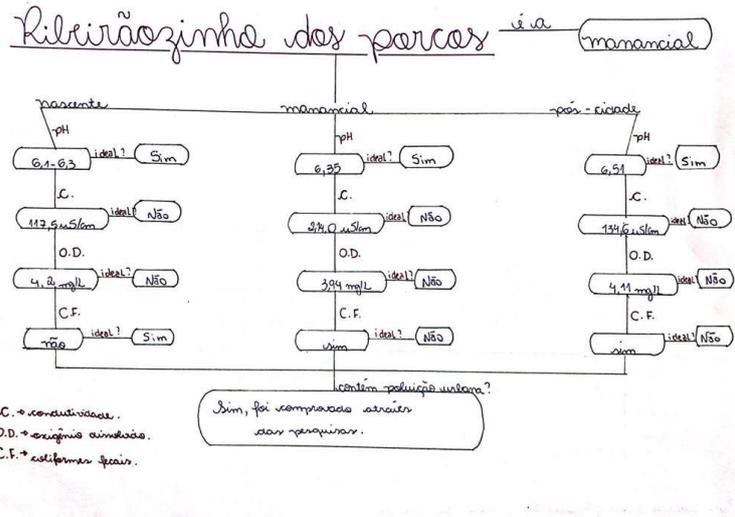
VIEIRA, V. BIANCONI, M.L.; DIAS. **Espaços não formais de ensino e o currículo de Ciências.** Ciência e Cultura, v. 57, n.4, 2005.

ZULIANI, S.R.Q.A. **Prática de ensino de Química e metodologia investigativa: uma leitura fenomenológica a partir da semiótica social.** 2006. 288f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2006.

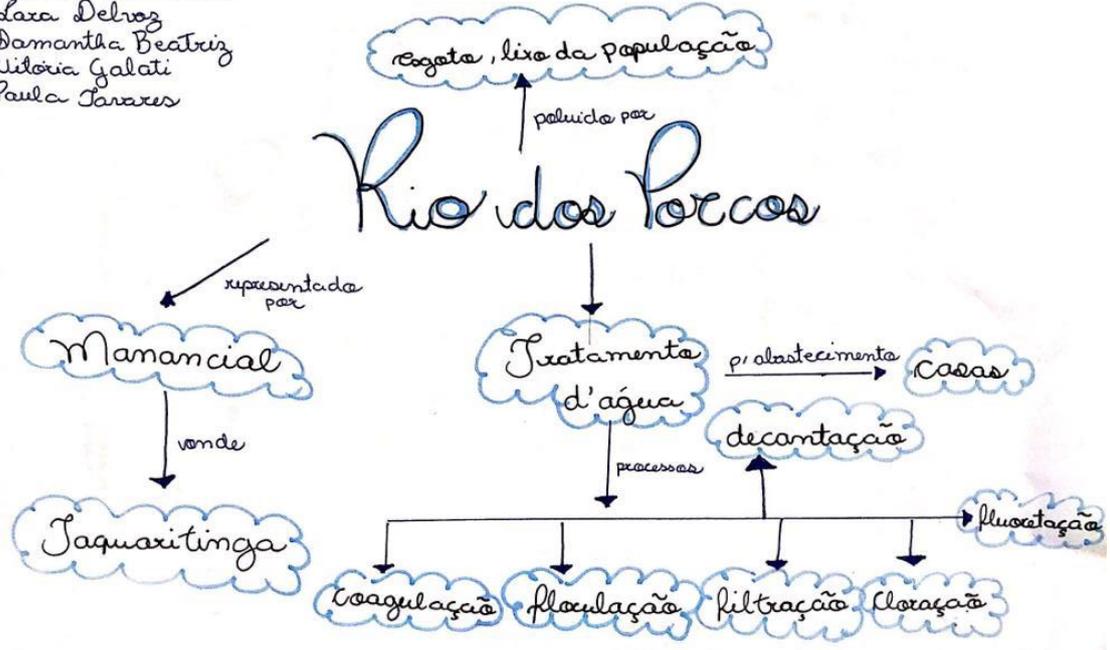
ANEXOS

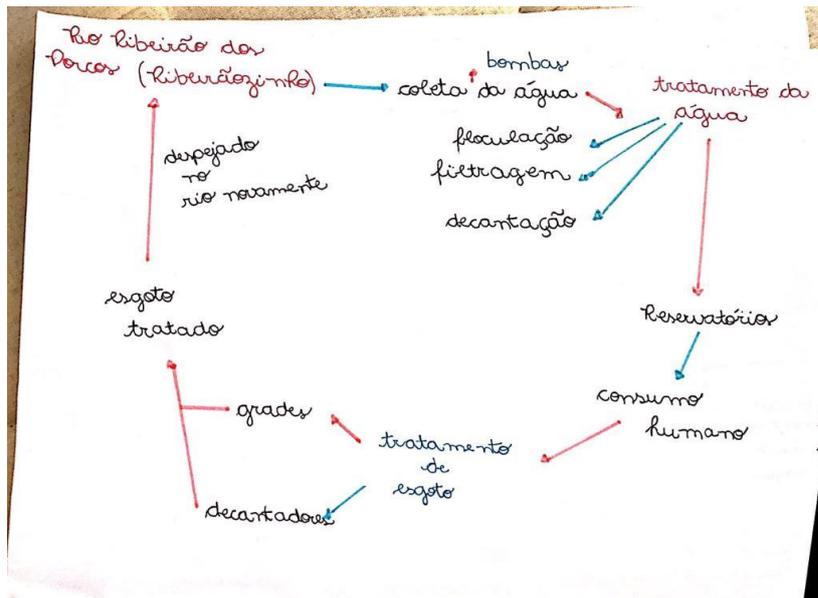
ANEXO A- MAPAS CONCEITUAIS INICIAIS E FINAIS

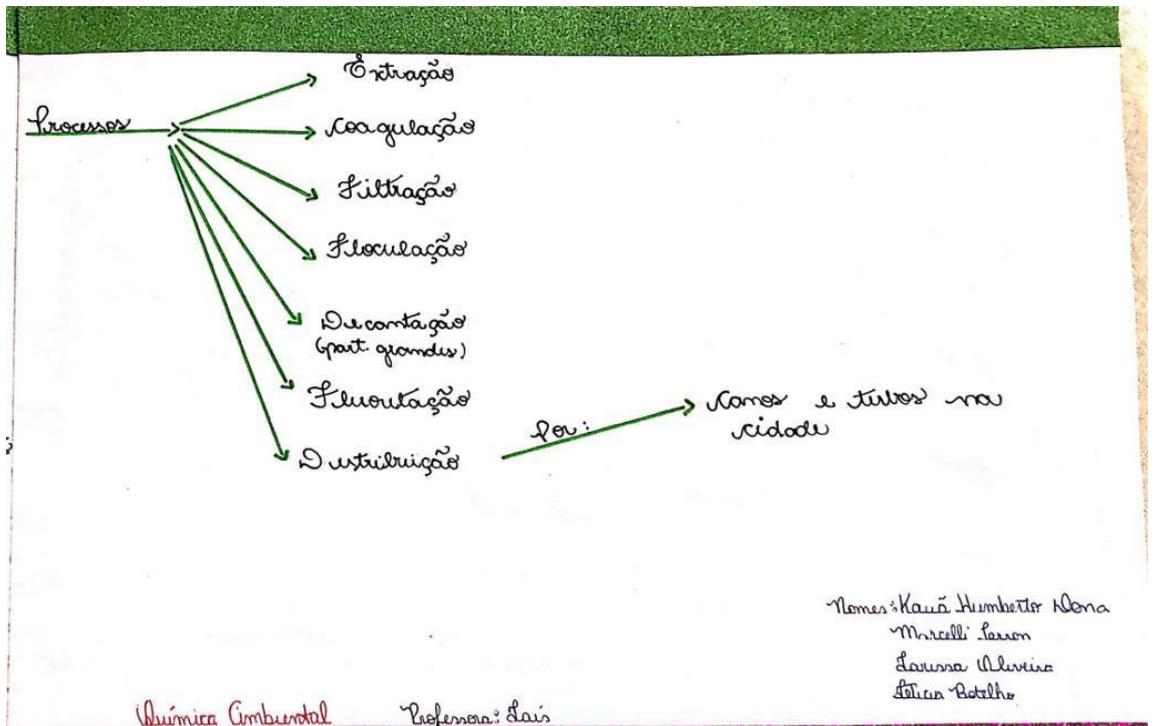
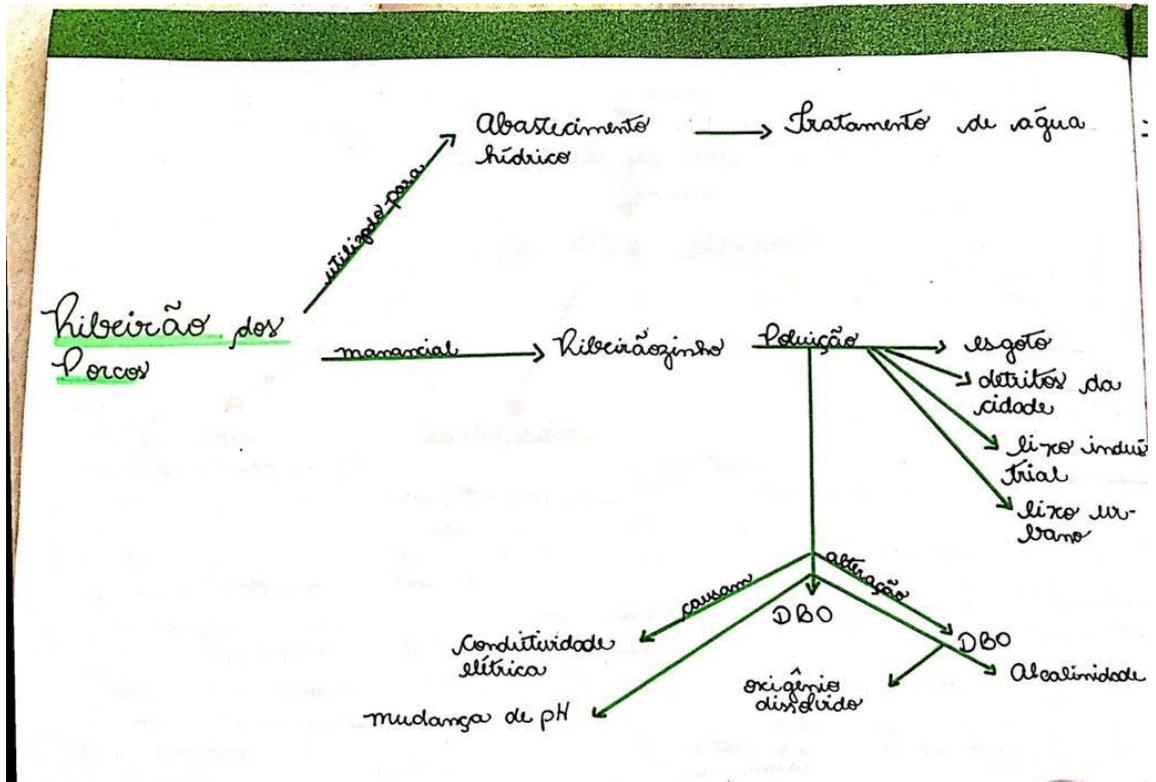


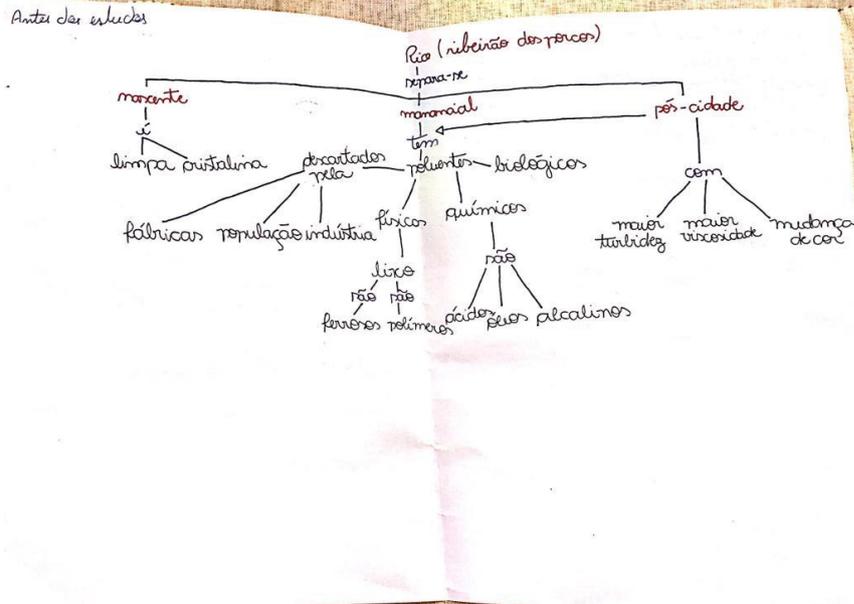


Nomes:
 Karoline Citácia Asti
 Lara Delroz
 Damartha Beatriz
 Vitória Galati
 Paula Taraxer









O objetivo desse estudo é a partir da contextualização e o ensino por investigação utilizar a experimentação para identificar o grau de poluição do Rio dos Porcos.

Os principais benefícios obtidos durante a pesquisa serão: criar o hábito de investigar, relacionar os conteúdos de sala de aula com o meio em que estão inseridos, numa perspectiva CTSA. A participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Educação Ambiental e para a construção de novos conhecimentos. A pesquisadora realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidas durante o trabalho.

Os procedimentos utilizados para a coleta de dados serão: coletas de águas do Rio, utilização de questionários e realização de experimentos, portanto, solicito sua autorização para a eficácia desse processo.

Existem riscos mínimos para aqueles que se submetem à coleta de dados, sendo possíveis desconfortos causados pela manipulação de equipamentos para aquecimento, alguns materiais de laboratório no momento na coleta das águas, na realização dos experimentos ou no momento de responder aos questionários, tais como: cansaço, irritação, nervoso e timidez. As perguntas não serão invasivas à intimidade dos participantes, entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da exposição de opiniões pessoais.

As atividades propostas durante a pesquisa não serão pontuadas para composição da nota bimestral, você tem a autonomia de escolher em participar ou não dessa pesquisa, portanto, a qualquer momento pode desistir de participar e retirar seu consentimento, sem represálias por parte da professora.

Você terá direito a indenização por qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa.

Você receberá uma via deste termo, podendo solicitar esclarecimentos, tirar suas dúvidas sobre o estudo e a sua participação. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a participação na pesquisa não hesite em procurar a professora.

Rodovia Washington Luís, km 235 – São Carlos - SP

UFSCar – Departamento de Química

Declaro que entendi os objetivos e os benefícios atuais e futuros da minha participação na pesquisa e, portanto, eu concordo com a participação. A professora me informou que o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar, localizado na Rodovia Washington Luís, km 235 – São Carlos, SP – CEP 13565905 – Telefone (16) 3351-9683, e-mail: cephumanos@ufscar.br

Taquaritinga, _____ de _____ de 2019.

Nome do(a) participante da pesquisa: _____

Número e tipo de documento de identificação: _____

Assinatura do(a) participante: _____

ANEXO B- TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Universidade Federal de São Carlos
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia

Departamento de Química

Programa de Pós-Graduação em Química

Via Washington Luiz, Km, 235 - Caixa Postal 676 - CEP 13.565-905 – São Carlos – SP – Brasil

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Resolução 466/2012 do CNS)

Eu, Laís Zambini Coletto Curti, estudante do Programa de Pós-Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar convido seu filho(a) da escola Dr. Adail Nunes da Silva, no 2º ano do curso Ensino Técnico em Química integrado ao Ensino Médio (ETIM) a participar da pesquisa “A importância do estudo

da qualidade e da poluição da água do rio dos porcos, de Taquaritinga, sob uma perspectiva CTSA” sob orientação da Prof.^a Dr.^a Clelia Mara de Paula Marques. Você foi selecionado pelo fato de estar cursando a disciplina de Química Ambiental, foco de estudo desse trabalho de pesquisa.

O objetivo deste estudo é a partir da contextualização e o ensino por investigação utilizar a experimentação para identificar o grau de poluição do Rio dos Porcos.

Os principais benefícios obtidos durante a pesquisa serão, criar o hábito de investigar, relacionar os conteúdos de sala de aula com o meio em que estão inseridos, numa perspectiva CTSA. A participação nessa pesquisa auxiliará na obtenção de dados que poderão ser utilizados para fins científicos, proporcionando maiores informações e discussões que poderão trazer benefícios para a área da Educação Ambiental, para a construção de novos conhecimentos. A pesquisadora realizará o acompanhamento de todos os procedimentos e atividades desenvolvidas durante o trabalho.

Existe um desconforto e riscos mínimos para aqueles que se submetem à coleta de dados, sendo possíveis desconfortos causados pela manipulação de equipamentos para aquecimento, materiais de laboratório no momento na coleta das águas, na realização dos experimentos ou no momento de responder os questionários, tais como: cansaço, irritação, nervoso e timidez. As perguntas não serão invasivas à intimidade dos participantes, entretanto, esclareço que a participação na pesquisa pode gerar estresse e desconforto como resultado da exposição de opiniões pessoais.

A qualquer momento, seu(sua) filho(a) pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Reitera-se que sua recusa ou desistência não lhe trará nenhum prejuízo educacional. As atividades propostas durante a pesquisa não serão pontuadas para composição da nota bimestral, o(a) estudante tem a autonomia de escolher em participar ou não dessa pesquisa.

Todas as informações obtidas através da pesquisa serão confidenciais, sendo assegurado o sigilo sobre a participação em todas as etapas do estudo. Caso haja menção a nomes, será mediante a autorização dos responsáveis, ou a eles serão atribuídos nomes fictícios, com garantia de anonimato nos resultados e publicações,

impossibilitando sua identificação. Você terá direito a indenização por qualquer tipo de dano resultante da participação de seu filho(a) na pesquisa.

Também solicito sua autorização para a participação do seu filho em questionários das atividades propostas no decorrer da pesquisa. Esclareço que essa pesquisa não prevê qualquer gasto aos participantes.

O Sr. (a) receberá uma via deste termo constando o telefone, o endereço pessoal e o e-mail da professora pesquisadora, podendo solicitar esclarecimentos, tirar suas dúvidas sobre o estudo e a participação de seu filho a qualquer momento. Se você tiver qualquer problema ou dúvida durante a participação de seu filho na pesquisa poderá comunicar-se por telefone para agendamento de um encontro entre as partes.

Laís Zambini Coletto Curti
Rodovia Washington Luis, km 235 – São Carlos - SP
UFSCar – Departamento de Química

Declaro que entendi os objetivos e os benefícios atuais e futuros da participação de meu (minha) filho (a) na pesquisa e, portanto, eu concordo com sua participação. A pesquisadora me informou que o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar, localizado na Rodovia Washington Luís, km 235 – São Carlos, SP – CEP 13565905 – Telefone (16) 3351-9683, e-mail: cephumanos@ufscar.br

Taquaritinga, _____ de _____ de 2019.

Nome do participante da pesquisa: _____

Número e tipo de documento de identificação: _____

Assinatura do Responsável Legal do
participante: _____